

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie
Studijní obor: Učitelství biologie a chemie pro střední školy



Bc. Denisa Andělová

Porovnání efektivity výuky za pomoci počítače vs. 3D modelů

Comparison of effectiveness of teaching using computers vs. 3D models

Diplomová práce

Školitelka: RNDr. Vanda Janštová

Praha, 2014

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce, RNDr. Vandě Janštové za odborné vedení, trpělivost a čas, který mi věnovala při vypracovávání této práce. Také bych chtěla poděkovat RNDr. Janu Mourkovi, PhD. a PaedDr. Milanu Kubiátkovi, PhD. za cenné rady ohledně statistického zpracování dat. Dále děkuji Mgr. Pavlu Málkovi a Mgr. Aleně Hrabovské za to, že mi umožnili provést výzkum ve svých třídách. Nakonec patří poděkování mé rodině a přátelům za podporu po celou dobu mého studia.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne

.....

Bc. Denisa Andělová

Abstrakt

V současné době zájem žáků o přírodní vědy neustále klesá, ačkoli je tato oblast vzdělání v praktickém životě velmi důležitá (medicína, životní prostředí, atd.) a na trhu práce velmi žádaná. Molekulární biologie, učivo o DNA a přenosu genetické informace je pro žáky abstraktní a těžko představitelné téma, které je i pro učitele náročné na vysvětlení. Existuje mnoho možností, jak tuto učební látku vyučovat. Velmi populární jsou badatelsky orientovaná výuka nebo praktická výuka v laboratořích. Každá škola však nemá k dispozici vlastní laboratoř, aby žáci mohli laborovat, badatelsky orientovaná výuka je časově náročnější na přípravu a ne každé téma je vhodné takto učit. Další možností je využít k vizualizaci „neviditelných“ molekul a procesů počítačový software a animace nebo 3D fyzického modelu či si vlastní model dané molekuly vyrobit.

Ve své diplomové práci jsem zkoumala vliv použití počítačů a animací ve výuce v porovnání s použitím 3D fyzického modelu DNA a výroby vlastního modelu DNA na znalosti žáků. Dalšími faktory, které mně zajímaly, byly pohlaví a zaměření žáků a jejich případný vliv na znalosti. Výzkum jsme prováděla v pěti třídách na třech pražských gymnáziích a zúčastnili se ho žáci třetího ročníku šestiletého studia, přírodovědný seminář sedmého ročníku osmiletého studia a žáci septimy osmiletého studia ve věku od 15 do 18 let. Žáci byli rozděleni do dvou skupin dle způsobu výuky. Jedna skupina pracovala s počítači a sledovala animace (skupina P) a ve druhé skupině žáci pracovali s 3D fyzickým modelem DNA a vyráběli si (každý svůj) papírové modely DNA (skupina M). Obě skupiny absolvovaly znalostní pre test, 180 minut výuky, post test 1 a post test 2. Ukázalo se, že rozdíl mezi dvěma skupinami P a M podle způsobu výuky není statisticky významný. Signifikantně lepší výsledky měli žáci přírodovědného semináře. Pohlaví žáků také nemělo významný vliv na výši skóre v testech. Žáci, kteří byli přírodovědně zaměřeni, měli lepší výsledky ve znalostních testech než žáci s nepřírodovědným zaměřením, ale ne signifikantně.

Klíčová slova: DNA, replikace, transkripce, translace, dědičnost, molekulární stavba, výuková metoda, model, učebnice, počítač, znalosti žáků

Abstract

Currently, pupils' interest in science continues to decline, although this area of education is very important in every day life (medicine, environment, etc.) and there is high demand for science professions on the labor market. Molecular biology curriculum concerning DNA and the transfer of genetic information is abstract and difficult topic for pupils to imagine, and for teachers to explain. There are many ways to teach this topic. Very popular are inquiry and laboratory practise. But not all schools have their own laboratories, and can teach molecular practical effectively. Inquiry based teaching is time consuming to prepare, and not every topic is appropriate to be taught this way. Another possibilities how to visualize "invisible" molecules and processes are computer software and animations or 3D physical model.

In my thesis, I examined the effect of using computers and animations to teach about DNA compared to using a 3D physical model on students' knowledge. I also tested the possible influence of gender and pupils' preferences on their achieved score on knowledge tests. The research was performed in five classes at three high schools in Prague. Students in year 12 were on different types of high school and some of them took special biology class, their age was between 15 and 18 years. The students were divided into two groups according to the method of teaching. One group worked with computers and watched animations (group P) and the second group worked with a physical 3D model of DNA and produced a (each pupil) paper models of DNA (group M). Both groups completed the pre test, 180 minutes of instruction, post test 1 and post test 2. It was shown that the difference between the two groups P and M according to the method of teaching is not statistically significant. Group of students, who took special biology class, had significantly better results than the other of students. Gender also had no significant effect on the achieved of score in tests. Pupils who preferred Science, had better results in knowledge tests than pupils who didn't prefer Science, but the differences wasn't significant.

Key words: DNA replication, transcription, translation, inheritance, molecular structure, teaching methods, models, books, computers, pupils' knowledge

Seznam zkratek

DNA – deoxyribonukleová kyselina

H_0 – nulová hypotéza

H_1 – alternativní hypotéza

K-S – Kolmogorovovův- Smirnovův

NK – nukleová/é kyselina/y

PL – pracovní list

PřF UK – Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

RNA – ribonukleová kyselina

RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

SD – směrodatná odchylka

SŠ – střední škola

ŠVP – školní vzdělávací program

ZŠ – základní škola

Obsah

Abstrakt.....	3
Abstract.....	4
Seznam zkratek.....	5
1. Úvod.....	9
1.1. Cíle.....	9
1.2. Hypotézy	10
2. Literární přehled	11
2.1. Umístění učiva o DNA v českém vzdělávacím programu.....	11
2.2. Zařazení učiva o NK v ŠVP na vybraných pražských gymnáziích	12
2.3. Učební metody ve výuce biologie	13
2.3.1. Pojem metoda a rozdělení metod dle různých kritérií	13
2.3.2. Metody teoretické a praktické.....	15
2.3.3. Metoda výkladu a vysvětlování	15
2.3.4. Metoda užívání ilustrací a obrazů.....	16
2.3.5. Metoda předvádění a pozorování.....	16
2.3.6. Metoda produkční	16
2.3.7. Metoda použití analogií	17
2.3.8. Metoda experimentování, laborování	17
2.3.9. Metoda výuky podporované počítačem.....	18
2.4. Úroveň znalostí žáků v oblasti tématu NK a přenosu genetické informace	18
2.6. Vliv různých proměnných na proces učení.....	20
2.6.1. Vliv pohlaví na proces učení	20
2.6.2. Vliv vyučovací metody na proces učení	21
2.6.3. Vliv zaměření na proces učení.....	23
3. Metodika	24
3.1. Charakteristika vzorku.....	24

3.2. Expozice.....	25
3.3. Testy.....	27
3.3.1. Charakteristika testu	28
3.4. Výběr dat.....	33
3.5. Statistické metody	34
3.6. Dotazníkové šetření učitelů	36
3.7. Reflexe výuky pro žáky	37
3.8. Didaktické pomůcky	37
4. Výsledky	38
4.1. Výsledky pilotního šetření	38
4.2. Popisná statistika.....	39
4.3. Výsledky statistických testů – porovnání v rámci skupin.....	43
4.4. Vliv nezávisle proměnných na výsledky znalostních testů	45
4.4.1. Vliv příslušnosti ke skupině na dosažené skóre v testech	46
4.4.2. Vlivu učební metody na výši skóre v post testech analyzovaný testem kovariance	47
4.4.3. Analýza vlivu pohlaví na výši skóre v testech.....	49
4.4.4. Analýza vlivu zaměření na výši skóre v testech	49
4.5. Analýza a výsledky dotazníkového šetření učitelů.....	50
4.6. Analýza výsledků žakovských reflexí výuky	55
5. Diskuse.....	59
5.1. Diskuse metodiky	59
5.2. Diskuse výsledků	61
6. Závěr	64
7. Seznam použité literatury	66
Použitý software:	71
Internetové adresy aplikací, animací a videí.....	71

8.	Přílohy.....	I
8.1.	Příloha I – Didaktická příprava výuky skupiny P	I
8.2.	Příloha II – Didaktická příprava výuky skupiny M	V
8.3.	Příloha III – výuková prezentace v programu Power point použitá ve výuce	VIII
8.4.	Příloha IV – pracovní list	XXIII
8.5.	Příloha V – pracovní list s autorským řešením	XXX
8.6.	Příloha VI – DNA 3D model	XXXVII
8.7.	Příloha VII – znalostní test.....	XXXVIII
8.8.	Příloha VIII – dotazník pro učitele.....	XLIII
8.9.	Příloha IX – reflexní dotazník pro žáky	XLVI
8.10.	Příloha X – Histogramy normálního rozložení dat v Kilmogorovovu – Smirnovovu testu v post testu 1 a 2.....	XLVIII

1. Úvod

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala otázkou, zda učivo o DNA patří svou povahou spíše do chemie či spíše do biologie. Zkoumala jsem umístění této učební látky v českých i zahraničních kurikulech a možnosti zařazení molekulárních základů genetiky bez zbytečného zdvojování učiva ve výuce. Diplomová práce nenavazuje přímo na práci bakalářskou, ale věnuje se stejnému okruhu učiva (molekulární základy genetiky). Toto téma jsem si vybrala, protože si myslím a zároveň to dokládá řada studií (Lewis a Wood-Robinson, 2000; Marbach – Ad, 2001; Venville a Donovan, 2005), že téma struktury DNA a přenosu genetické informace je pro žáky velmi abstraktní a náročné na pochopení, přitom jsou znalosti z oblasti molekulární genetiky v současné době aktuální a na trhu práce žádané.

V posledních letech jsou ve výuce čím dál tím častěji využívány moderní technologie (dataprojektor, počítač, notebook, netbook, tablet, iPad, „smartphone“), ke kterým mají žáci většinou kladný vztah. Aktuální výzkumy se zabývají použitím těchto technologií ve výuce. Mne zajímalo porovnání efektivity výuky pomocí moderních technologií (netbooky, tablety a k tomu zdarma dostupný software a animace) a výuky za pomoci velkého fyzického 3D modelu a výroby vlastního modelu DNA z papíru.

Pro svou práci jsem si stanovila cíle a hypotézy, které jsou uvedeny v následujících podkapitolách.

1.1. Cíle

Cílem mé diplomové práce bylo

- vytvořit učební materiály (didaktické přípravy, výukové prezentace, pracovní list pro žáky a s autorským řešením pro učitele) pro použití ve výuce podpořené počítačovými programy a animacemi a ve výuce s fyzickým modelem a podpořené produkcí vlastního modelu,
- ověřit vytvořené učební materiály ve výuce a získat zpětnou vazbu od žáků,
- porovnat efektivitu obou výukových metod pomocí testování rozdílů ve znalostních testech (pre test a dva post testy),

- rozeslat a zanalyzovat dotazníky vytvořené pro učitele na pražských gymnáziích.

1.2. Hypotézy

Ke své práci jsem si stanovila hypotézy, které jsem pak následně testovala:

- Výuka s reálnými modely DNA bude efektivnější než výuka podpořená počítačovými programy a animacemi.
- Výsledky znalostních post testů u dívek budou lepší než výsledky chlapců.
- Žáci přírodovědného zaměření budou mít lepší výsledky ze znalostních post testů než žáci s jiným zaměřením.
- Učitelé s praxí delší než 11 let budou užívat spíše teoretické metody výuky než učitelé s praxí kratší než 11 let.

2. Literární přehled

2.1. Umístění učiva o DNA v českém vzdělávacím programu

Vzdělávací systém v ČR je definován zákonem č. 561/2004 Sb. („školský zákon“) a formulován Národním programem rozvoje vzdělávání (tzv. Bílou knihou). Český vzdělávací systém je definován na dvou úrovních – státní a školní. Státní úroveň je zajišťována Národním programem vzdělávání (NPV) a Rámcovými vzdělávacími programy (RPV) pro jednotlivé úrovně a typy školních zařízení, např. RVP G pro gymnaziální úroveň, RVP ZV pro základní vzdělávání atd. Školní úroveň vzdělávacího kurikula je strukturována ve Školním vzdělávacím programu (ŠVP), který si každá škola vytváří dle své profilace (RVP G, 2007).

V této práci se budu zabývat úrovní středoškolského vzdělávání, konkrétně RVP G. V těch je učivo rozděleno do několika vzdělávacích oblastí. Učivo o nukleových kyselinách (DNA a RNA) je zařazeno do vzdělávací oblasti Člověk a příroda (RVP G, 2007). Pokud se budeme držet tradičního rozdělení učiva do přírodovědných předmětů, téma NK nalezneme v předmětech biologie a chemie. Na úrovni RVP G je stanoveno, že žák má před postupem do další úrovně vzdělávání splnit tzv. očekávané výstupy. Očekávané výstupy jsou dále doplněny ještě výčtem učiva, které by měl žák absolvovat, aby je mohl splnit, ale toto učivo již není dle RVP G závazné (RVP G, 2007). Učitel jej může zařadit do ŠVP a nemusí. Naopak v RVP ZV musí učitel při tvoření školního programu splnit kromě očekávaných výstupů i danou osnovu učiva (RVP ZV, 2007). Níže uvádím pouze ty očekávané výstupy a oblasti učiva, ve kterých se s tématem NK můžeme v RVP G setkat.

Očekávané výstupy žáka – chemie, biochemie, cituji z RVP G:

„Žák objasní strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech.“

Očekávané výstupy žáka – biologie, obecná biologie, cituji z RVP G:

„Žák odliší živé soustavy od neživých na základě jejich charakteristických vlastností.

Žák objasní stavbu a funkci strukturních složek a životní projevy prokaryotních a eukaryotních buněk.“

Očekávané výstupy žáka – biologie, genetika, cituji z RVP G:

„Žák využívá znalostí o genetických zákonitostech pro pochopení rozmanitosti života.“

Z ukázek očekávaných výstupů je vidět, že učivo o nukleových kyselinách je nejvíce soustředěno v biochemii, v obecné biologii a v úvodu do genetiky. Pokud však učitel zajistí, aby žák splnil očekávaný výstup, může toto učivo zařadit v rámci ŠVP do jakéhokoli tematického celku.

2.2. Zařazení učiva o NK v ŠVP na vybraných pražských gymnáziích

V předchozí kapitole bylo řečeno, že řazení učiva a koncipování programu předmětu je v současné době v kompetenci jednotlivých škol. Školy tento školní program vytvářejí dle své profilace. Víceletá gymnázia připravují své programy v první části svého vzdělávání (prima – kvarta u osmiletého studia, nebo 1. – 2 ročník u šestiletého studia) dle RVP ZV a druhou část dle RVP G.

Pro konkrétní ukázkou, kam může být zařazeno učivo o DNA na různých gymnáziích, jsem vybrala Gymnázium Čakovice, protože nabízejí šestileté a čtyřleté studium, a ti žáci, kteří absolvovali výuku s počítačovými programy a animacemi, pochází z tohoto gymnázia. Navíc jsem zde momentálně zaměstnána. Dále jsem vybrala Gymnázium Opatov, protože nabízejí osmileté a zároveň i čtyřleté studium. Také uvádím zařazení učiva o NK na Arcibiskupském gymnáziu. Toto gymnázium je pouze osmileté a část výzkumného vzorku studentů studuje právě zde.

Gymnázium Čakovice je šestileté gymnázium na okraji Prahy (Praha 9). Učivo je zde členěno tradičně do vzdělávacích oborů (biologie, chemie, atd.). Již v prvním ročníku je zařazeno téma Základy dědičnosti, zahrnující i pojmy jako gen nebo význam dědičnosti a proměnlivosti organismů. Toto učivo se nezabývá stavbou NK ani přenosem genetické informace na molekulární úrovni. Spíše poukazuje na dědičnost a proměnlivost, kterou mohou žáci pozorovat na sourozencích, rodičích nebo zvířatech. Náročnější a podrobnější učivo o NK žáci učí ve 3. ročníku v obecné biologii ještě před biologii virů. Právě v tomto ročníku se vyučuje stavba NK, jejich funkce a molekulární princip přenosu genetické informace. V šestém (maturitním) ročníku jsou molekulární základy genetiky zopakovány

před úvodem do genetiky. Část tohoto učiva (hlavně stavba NK a jejich chemická podstata) je probírána též v šestém ročníku v chemii.

Gymnázium Opatov je osmileté a zároveň i čtyřleté gymnázium. Na úrovni základního vzdělávání se přenos genetické informace nebo jiná zmínka o NK ve školním vzdělávacím programu nevyskytuje. V septimě či třetím ročníku se zabývají centrálním dogmatem molekulární biologie. Primární stavbu DNA a RNA, komplementaritu bází, replikaci, transkripci a translaci probírají žáci na tomto gymnáziu v chemii v septimě či ve třetím ročníku.

Na Arcibiskupském gymnáziu je v učivu určeného primě (tj. 6. ročník ZŠ) téma dědičnost a proměnlivost organismů, ale z očekávaného výstupu je zřejmé, že důraz je kladen spíše na praktické ukázky dědičnosti v životě organismů. Molekulární podstatě dědičnosti se věnují žáci v septimě před učivem o genetice. V očekávaném výstupu je uvedena jak struktura NK, tak i procesy zajišťující přenos genetické informace, včetně buněčného dělení (mitózy a meiózy).

Na příkladu těchto třech gymnázií je vidět, že očekávané výstupy jsou na základě ŠVP splněny, i když je učivo o NK zařazeno do různých ročníků i vzdělávacích oborů.

2.3. Učební metody ve výuce biologie

V této kapitole se věnuji popisu učební metody a různým možnostem jejich členění. Dále jsou zde uvedeny některé učební metody, především však ty, které se v předmětu biologie využívají nejvíce.

2.3.1. Pojem metoda a rozdělení metod dle různých kritérií

Metoda je pojem vysvětlovaný jako cesta k něčemu, postup k určitému cíli. V rovině didaktické lze tento pojem upřesnit jako „specifické uspořádání činností učitele a žáků, které rozvíjí vzdělanostní profil žáků v souladu se stanovenými cíli“ (Vališová a kol., 2011). V pedagogice se můžeme setkat s různými kritérii klasifikace metod vyučování. Velmi záleží na úhlu pohledu (Vališová a kol., 2011). V této práci je hlavním kritériem rozdělení metod míra aktivity žáků a míra názornosti. Částečně tomuto mému osobnímu výběru odpovídá

kritérium klasifikace metod dle pramenu poznání a typu poznatků neboli aspekt didaktický dle Zormanové (2012) a Vališové a kol. (2011).

- Metody slovní:
 - monologické metody (přednáška, výklad, vyprávění, vysvětlování, instruktáž),
 - dialogické metody (rozhovor, diskuse, dramatizace),
 - metoda písemných prací,
 - metoda práce s učebnicí, knihou, textem.
- Metody názorně-demonstrační (přímého poznávání předmětů a jevů):
 - metoda pozorování předmětů a jevů,
 - předvádění (demonstrace) obrazů a předmětů, pokusů, činností,
 - projekce statická a dynamická.
- Metody praktické (praktických činností):
 - nácvik pohybových a praktických dovedností,
 - žákovy pokusy a laboratorní činnosti,
 - grafické a výtvarné práce,
 - pracovní činnosti (v dílnách, na pozemku).

Dále je zajímavé, že aspekt aplikační třídí metody dle Vališové a kol. v rovině teoreticko – praktické:

- teoretické metody (zcela či převážně spočívají ve verbálním projevu učitele),
- teoreticko – praktické (cílem je o problémech hovořit, diskutovat a vést účastníka k přímému jednání, řešení a rozhodování),
- praktické metody (založené na znalostním základě a sledují rozvoj dovedností či pracovních návyků).

V praxi se jednotlivá hlediska a kritéria slévají a jednotlivé metody se různě kombinují. Učitel v rámci své přípravy musí vybrat a užívat metody tak, aby se střídaly aktivnější fáze s klidnějšími, aby se udržovala pozornost žáků na požadované úrovni a aby se posilovala jejich motivace a vůle k učení. Neexistuje tedy jedna správná metoda v daném vyučování, ale je nutné vždy zvážit výhody a nevýhody dané metody (Vališová a kol., 2011).

V této práci jsem při sestavování dotazníku pro učitele i při vytváření přípravy pro výzkumnou část zjednodušila členění metod a to dle převažující činnosti žáků ve vyučování. Základní členění v této práci je tedy na metody teoretické a praktické.

2.3.2. Metody teoretické a praktické

Metody teoretické jsou metody, ve kterých převažuje činnost učitele a žákova aktivita je minimální, žák je tedy spíše pasivním příjemcem informací. Do teoretických metod je zařazen výklad a vysvětlování, použití ilustrací v učebnici či v prezentaci, použití analogií, využití počítačových animací. Používání tohoto typu metod je důležité hlavně při osvojování nových pojmů. Naproti tomu u praktických metod převažuje ve vyučovacím procesu činnost žáka a učitel je v roli rádce a organizátora. Do praktických metod patří například kladení otázek, diskuse, používání počítačových programů, práce v laboratoři, vytváření vlastního produktu nebo práce s modelem, ale i komplexnější a náročnější metody jako je metoda řešení problému a badatelská metoda. V následujících podkapitolách jsem se zaměřila na bližší popis metod, které jsem ve své výzkumné části použila nebo které se ve výuce učiva o NK a přenosu genetické informace využívají.

2.3.3. Metoda výkladu a vysvětlování

Tyto dvě metody jsou založené na souvislém mluveném projevu učitele. Učitel vykládá, popisuje, vysvětluje, zatímco žáci naslouchají. Uplatnění mají většinou tehdy, jedná-li se o osvojování látky pojmové povahy a vyvozování obecných závěrů. Je možné je využít i problémově, kdy žák vnímá a uvědomuje si hotové vědecké závěry, ale sleduje logiku dokazování a myšlenkový postup učitele. Tyto monologické metody jsou výjimečně využívány samostatně, většinou jsou užity v návaznosti na další metody nebo v kombinaci s nimi (Vališová a kol., 2011). Je důležité dodržovat základní vymezení struktury výkladu, aby nedošlo ke zmatení. Jako první krok je nutné sdělit žákům základní informace a teze (jádro výkladu), dále je zapotřebí tyto základní informace a teze podpořit (důkazy), uvést praktické příklady a využití v praxi (aplikace) a nakonec dodat zajímavé podrobnosti a fakta (upevnění) (Vališová a kol., 2011).

2.3.4. Metoda užívání ilustrací a obrazů

Tato metoda využívá jednoduchého principu, že učitel ukáže žákům daný předmět jako obraz, popřípadě ilustraci. Obraz předmětu či procesu zprostředkovává žákům hlavně zrakový vjem a prožitek, který má větší vliv na zapamatování, než když žák pouze naslouchá. Má-li být však demonstrace účinná, je vhodné doplnit ji o slovní komentář. Práce s obrazy a jejich správná interpretace je důležitou součástí lidské gramotnosti (Maňák a Švec, 2003). Učebnice obsahují velké množství obrazů, ilustrací a schémat, učitel také může kreslit obrazy na tabuli či je může promítat za pomoci počítačového programu přes dataprojektor na plátno jako prezentaci. V současnosti je velkým zdrojem obrázků internet, ale je nutné zvážit, zda je daný obrázek dostatečně demonstrační, vhodný a jednoznačný. Tato metoda je často užívána v kombinaci s metodou výkladu nebo dalšími metodami (Lewalter, 2003; Yarden a Yarden, 2009; Lowe, 2003).

2.3.5. Metoda předvádění a pozorování

Metoda předvádění a pozorování využívá objekt, předmět (např. model DNA, zvíře v lihovém nálevu, přírodnina) či činnost (demonstrační pokus), které jsou žákům předváděny. Stejně jako u metody užívání obrázků a ilustrací je zde žákovi zprostředkován smyslový vjem. Tento vjem není však pouze zrakový, nýbrž může být i hmatový, žák si může předmět prohlédnout a osahat, v případě činnosti působí „síla přímého přenosu“. Tato metoda vzbuzuje žákovo soustředění a zájem a podporuje jeho motivaci. I zde je vhodné doplnit předvádění o slovní komentář ať už žákův či učitelův (Maňák a Švec, 2003).

2.3.6. Metoda produkční

Tato metoda zahrnuje postupy a operace, které vedou k vytvoření nějakého hmatatelného produktu, výtvoru. Zdokonaluje se takto jemná motorika a koordinace pohybů. Tyto metody nijak neomezují duševní činnost, ale naopak jsou jejím završením a vrcholem. Práce hlavou a tělem se navíc vzájemně doplňují (Maňák a Švec, 2003). Účinnost této metody je v tom, že žák může své vědomosti aplikovat a zažít úspěch v tom, že vytvoří produkt, který je vnímán smyslově. Velkou výhodou tohoto postupu je to, že studenti pracují samostatně či v menším kolektivu a při sestavování modelu získávají větší jistotu v reprodukci či aplikaci nově osvojeného učiva (Malacinski a Zell, 1996). Efektivitou této metody se zabývají

odborníci v řadě publikací právě v učivu o DNA (Malacinski a Zell, 1996; Donovan a Venville, 2005; Byrd, 2000; Gunes, 2012)

2.3.7. Metoda použití analogií

Metoda používání analogií není do klasického členění výukových metod zahrnována, ve výuce přírodovědných předmětů má však důležité místo. Analogie a metafora se využívají ve výuce témat, která jsou pro žáky těžko představitelná (např. molekulární biologie, genetik). Učitel se pokouší pomocí analogie, která je žákům dobře známá, přiblížit žákům procesy a jevy, které nemohou vidět (Donovan a Venville, 2006). Někdy však tato metoda může působit dvousečně. Daná analogie může způsobit, že žák převezme přiblížení doslovně a může tak dojít k mystifikaci předané informace (Donovan a Venville, 2006; Woody a Himelblau, 2013). Ve výuce učiva o DNA a přenosu genetické informace je metoda analogií hojně využívána, protože toto učivo odehrávající se na molekulární úrovni je pro žáky těžko představitelné. Konkrétně například popis stavby DNA, princip uchovávání genetické informace, replikace genetické informace a její oprava byly připodobněny k videokazetě (Srinivasan, 1998). Další příklad analogie přináší kniha Ridleyho (1999) o lidském genomu a připodobňuje genetickou informaci člověka ke knize s dvaceti třemi kapitolami, kterým se říká chromozomy. Každá kapitola má několik tisíc příběhů, které nazýváme geny. Každý příběh má odstavce – exony a mezery mezi odstavci – introny. Každý odstavec je tvořen slovy neboli kodóny, písmena označují jednotlivé báze (Ridley, 1999). Woody a Himelblau (2013) přirovnávají jednotlivé nukleotidy k notám a jejich pořadí, sekvenci DNA, ke genu. Umělci dokážou noty přehrát – přečíst daný gen a tím vzniká určitá melodie – protein (Woody a Himelblau, 2013).

2.3.8. Metoda experimentování, laborování

Tuto metodu řadíme do dovednostně-praktických metod. To znamená, že žák vyvíjí vlastní aktivitu a činnost a to především praktickou. Metoda laborování a experimentování se snaží aktivizovat všechny smysly žáka, rozvíjet odpovědnost a jeho metodické schopnosti. Žáci se tak učí zručnosti, rozumovému uvažování, týmové práci a tvořivosti (Maňák a Švec, 2003). Tento způsob výuky je nejvíce využíván v přírodovědných předmětech (biologie, chemie,

fyzika) a řada studií se věnuje její aplikaci a inovaci ve výuce (Veselinovska a kol., 2011; Scharfenberg a Bogner, 2010, Scharfenberg a Bogner, 2011; Franke a Bogner, 2011).

2.3.9. Metoda výuky podporované počítačem

V současné době je počítačová gramotnost jedním ze základních požadavků na vzdělání. Počítačem podporovaná výuka může mít mnoho forem, například použití testovacích a výukových programů, informačních zdrojů, distanční vzdělávání nebo využití simulačních programů a modelování za pomoci speciálních počítačových softwarů (Maňák a Švec, 2003). Hlavní výhodou počítače (tabletu, iPadu, notebooku, netbooku) je, že je v současnosti sám o sobě žáky obecně pozitivně vnímán. S jeho ovládáním jsou žáci dobře obeznámeni a získávají tím při vyučování učební látky jistotu. Navíc je možné pomocí počítačových programů, animací a simulací vizualizovat žákům poměrně složité jevy (Šmejkal a kol.). V současné době se použitím této metody zabývá mnoho výzkumů (Marbach-Ad a kol., 2008; Rotbain a kol., 2008; Barak, 2013; Lewalter, 2003; Dabrowiak a kol., 2000; Yarden a Yarden, 2009; Lowe, 2003).

2.4. Úroveň znalostí žáků v oblasti tématu NK a přenosu genetické informace

Téma nukleových kyselin, přenosu genetické informace a genetiky je v současné době velmi aktuální. Od objevu struktury DNA a tím i principu replikace v roce 1953 (Watson a Crick, 1953) se tato oblast velmi rychle rozvíjí v různých vědeckých odvětvích. Nicméně tento rapidní vývoj výuku o DNA na středních školách předbíhá. Důsledkem je, že žáci mají velmi malé povědomí a nízkou úroveň chápání konceptu molekulární genetiky a principu dědičnosti organismů (Lewis a Wood-Robinson, 2000; Venville a Donovan, 2005). Dle Venville a Donovan (2005) australští žáci nechápou propojení mezi molekulární biologii, genetikou a živými organismy. Chápání konceptu učiva o NK mají útržkovité a nepropojené a rozhodně neodpovídá významu slova smysluplné učení. Naráží se zde na zmatení ohledně umístění DNA, žáci si DNA představují jako atrapu (model) využívanou při popisech ve výuce a uniká jim její význam (Venville a Donovan, 2005). Dále například podle Venville a kol. (2005) si velké množství žáků ve věku mezi 9 – 15 lety myslí, že pojmy gen a DNA označují dvě úplně odlišné struktury. Pouze třetina dotazovaných žáků správně chápala rozdíly mezi živými a neživými objekty (Venville a kol., 2005). Podobná výzkumná studie

proběhla ve Velké Británii. I zde došli autoři k podobným zjištěním jako v Austrálii, kromě toho však navíc upozornili na velmi nejasné představy žáků ohledně pojmů jako chromozom, gen, DNA, buňka, jádro a vztahů mezi nimi. Obecně lze v této oblasti učiva pozorovat u žáků nejistotu a zmatek (Lewis a Wood-Robinson, 2000). Závěrem se autoři shodují, že je nutné se na oblast výuky molekulární biologie a genetiky více zaměřit, změnit přístupy a učební metody (Marbach-Ad, 2001; Venville a Donovan, 2005; Lewis a Wood-Robinson, 2000).

Výsledky dlouhodobých mezinárodních projektů PISA (Programme for international student assessment, zaměřený na problémové úlohy) a TIMSS (Trend in international mathematics and science study, zaměřený na znalostní úlohy) potvrzují, že úroveň znalostí českých žáků v přírodních vědách má za posledních 15 let klesající tendenci (PISA, 2012; TIMSS 2011).

Avšak někteří pedagogové se shodují také na tom, že oni sami nemají potřebné znalosti, které potřebují ke kvalitní výuce molekulární biologie. Tento problém je často zapříčiněn rychlým nárůstem objevů a informací v této vědecké oblasti. Učitelé s delší praxí nejsou dostatečně vybaveni potřebnými informacemi, aby mohli efektivně předávat tuto látku svým studentům (Fernández-Novell a kol. 2004). Obdobný stav zjistil i Tytler výsledky svého dlouhodobého výzkumu na Australian Council of Educational Research (ACER) v roce 2006. Jeho závěr byl takový, že australské vzdělávání je v oblasti přírodních věd v krizi, studenti na konci svého povinného studia mají negativní postoj k přírodovědným předmětům, v průběhu let klesá počet zapsaných studentů v přírodovědných oborech na vysokých školách, na trhu je nedostatek kvalifikovaných vědeckých pracovníků a nakonec také velký nedostatek kvalitních učitelů (Tytler, 2007). Přitom naprostá většina (86% respondentů) členů národní asociace učitelů biologie (National association of biology teachers) z USA zařadila témata stavbu DNA, replikaci a proteosyntézu do kategorie nezbytné a velmi podstatné učivo (Gregory a kol., 2011).

V procesu učení je postava učitele velice důležitá (Chetty a kol., 2011; Prokop a kol. 2007), ale především jsou zde hlavní prioritou právě učící se žáci a studenti. V současné době se v pedagogických výzkumech kromě klasického měření výkonu a znalostí užívají i kvalitativní výzkumné metody a to nejčastěji interview nebo postojové dotazníky. Díky těmto metodám mají výzkumníci ke zkoumání i jiný typ informací. Je možné získat názor studentů, jejich osobitý pohled na výuku. Například v New York City se uskutečnily rozhovory s žáky a jejich učiteli na různých typech středních škol. Učitelé dle výpovědí žáků většinově vyučovali učivo o DNA (stavba, replikace, proteosyntéza) za využití projektoru, plátna

a prezentace. Někteří využili i animace procesů transkripce a translace z internetových zdrojů (Goldenberg, 2011). Studenti vítají v abstraktním učivu o DNA používání moderních technologií. Usnadňuje jim to představu o procesech. Upozorňují však na to, že je pro ně velmi důležité, aby k animaci, videu či ukázce modelu měli slovní komentář nebo vysvětlení a mohli se ptát a diskutovat. Pokud je jim toto odepřeno, pak dochází k nedorozumění a žákovu zmatení. Dále bylo velmi překvapivé zjištění, že zrovna v učivu o DNA se žákům velmi líbí vyprávění příběhu o objevu struktury DNA (metoda vypravování). Také v tomto výzkumu bylo naznačeno, že by studenti obecně v hodinách biologie ocenili více experimentování a laborování a aktivního učení (Goldenberg, 2011), což potvrzuje i Killerman (1998) nebo v oblasti fyziky Kekule (2010).

2.6. Vliv různých proměnných na proces učení

Proces učení je ovlivňován mnoha různými faktory. Velký vliv může mít osobnost učitele (Chetty a kol, 2011), prostředí školy (Urbánek, 2003), vyučovací metoda (např. Killerman, 1998; Franke a Bogner, 2011; Veselinovska a kol., 2011; Gelbart a Yarden, 2009, Lewalter, 2003) fyzický a emoční stav žáka, věk žáka (Prokop a kol., 2007) či pohlaví (Baram-Tsabari a Yarden, 2011). Tyto proměnné se mohou navzájem ovlivňovat. V následujících odstavcích jsem se zaměřila na tři proměnné, které byly součástí výzkumu této práce. Těmito proměnnými bylo pohlaví, zaměření (postoj) žáků k přírodovědným předmětům a vyučovací metoda.

2.6.1. Vliv pohlaví na proces učení

Mnoho ze studií se mimo jiné zaměřuje i na to, zda má pohlaví vliv na učební procesy a zájmy žáků a studentů. Například studie z USA a Izraele přinesla zajímavé závěry. Dotazováni byli žáci od úrovně 3. třídy (K-3, 7 - 8 let) až po konec povinné školní docházky (K-12, 17-18 let). Z výzkumu vyplynulo, že mezi chlapci a dívkami v počátcích studia není významný rozdíl v zájmu o přírodní vědy obecně. V průběhu studia se však prohlubují rozdíly v zájmech o jednotlivé přírodovědné předměty (Baram-Tsabari a Yarden, 2011). Dívky mají větší zájem o biologii a chemii, chlapci naopak o fyziku a technické vědy (Baram-Tsabari a Yarden, 2011; Prokop a kol, 2007; Jones a kol., 2000). Zajímavý pohled přináší i projekt Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků vzdělávání IEA, tedy TIMSS (Trend

in international mathematics and science study). Projekt TIMSS se zabývá dlouhodobým průzkumem znalostí žáků v přírodních vědách. Podle posledního šetření v roce 2011 dívky překonaly chlapce v biologii a chemii (TIMSS, 2011). Naproti tomu poslední šetření projektu PISA z roku 2012 (Programme for international student assessment), který spadá pod organizaci OECD (The organisation for economic cooperation and development) a užívá k testování problémové úlohy, ukázalo, že mezi chlapci a dívkami není v okruhu přírodních věd žádný signifikantní rozdíl (PISA, 2012). Obecně podle studie ze Slovenska dokonce s rostoucím věkem obecně zájem o přírodní vědy klesá (Prokop a kol., 2007).

2.6.2. Vliv vyučovací metody na proces učení

Jedním z cílů této práce je porovnat účinnost dvou různých výukových metod užívaných v biologii a tím pádem stanovit jejich vliv na učební proces žáků. Výzkumů, které probíhají na podobném či stejném principu je celá řada a jejich výsledky jsou rozmanité. Já jsem se v této práci zaměřila hlavně na praktické (činnostní) metody v porovnání s teoretickými metodami (kap. 2.3.2).

Nejčastější praktickou metodou v přírodních vědách je laborování, experimentování. Žáci tuto metodu sami preferují (Killerman, 1998; Goldenberg, 2011) a v porovnání s jinými metodami je laborování v procesu osvojování znalostí mnohem účinnější (Scharfenberg a Bogner, 2010, 2011; Veselinovska a kol., 2011; Franke a Bogner, 2011). Srovnání laborování (1. experimentální skupina žáků) s metodou předvádění a pozorování (2. experimentální skupina žáků) a metodou výkladu doprovázená nákresy na tabuli (kontrolní skupina žáků) proběhlo např. v sousedním Německu. Efektivita metod byla měřena na vzorku (605 žáků ve věku 11-14 let) výší skóre dosaženého ve znalostním post testu. Skupina, která absolvovala výuku metodou laborování, byla lepší než skupina, kterým bylo učivo předvedeno, a žáci pouze pozorovali. Nejnižší skóre měla skupina kontrolní. Stejně výsledky přinesl i postojový dotazník (Likertova škála) (Killerman, 1998). Podobnou intervenci aplikovali vědci na Fakultě přírodních a technických věd na Univerzitě Goce Delcev v Makedonii. Tři skupiny studentů (1. roč. VŠ) absolvovaly výuku učiva o proteinech a jejich biologické funkci a primární struktuře. Všechny skupiny absolvovaly laboratorní experiment, přednášky a výklad za podpory počítačové projekce prezentace. Každá skupina však prošla výukou těmito výukovými metodami v jiném pořadí (G1 experiment – přednáška – prezentace, G2 přednáška – prezentace – experiment, G3 prezentace – experiment – přednáška). Vliv pořadí

metod na množství získaných poznatků byl testován měřením výsledků studentů ve vědomostním post testu ihned po výuce a dalším post testu po 30 dnech. Výsledek této analýzy ukázal, že ačkoli u všech tří skupin bylo vidět zlepšení ve znalostech, nejnižšího skóre dosáhla skupina G2, která absolvovala experiment v expozici učiva jako poslední. Mezi touto a ostatními dvěma skupinami (G1 a G3) byl signifikantní rozdíl. (Veselinovska a kol., 2011).

V současné době jsou velmi úspěšné, zvláště při výuce o DNA, metody využívající počítačů a jiných moderních technologií (Gelbart a Yarden, 2009; Rotbain a kol., 2008, Lowe, 2003; Lewalter, 2003; Dabrowiak a kol., 2000). Počítače byly použity například v Izraeli k pochopení 3D struktury proteinů, nukleových kyselin a jejich funkcí. Opět byly zkoumány 3 skupiny žáků (1. žáci používali software k prohlížení animací a modely sami, 2. animace a modely byly předváděny učitelem, 3. pouze ilustrace z učebnice a výklad učitele). Účinnost jednotlivých metod byla měřena pomocí znalostních pre a post testů a výsledky byly analyzovány metodou analýzy rozptylu (ANOVA). Žáci 1. skupiny měli signifikantně lepší výsledky než druhé dvě skupiny, 3. skupina byla prokazatelně nejhorší (Barak a kol., 2012). Analogicky postupovali taktéž v Izraeli na Univerzitě v Tel Avivu. Ověřováno bylo právě učivo o DNA a RNA a přenosu genetické informace. Zde však byli žáci vyučováni klasickou metodou přednášky (kontrolní skupina), dále pomocí ilustrací (experimentální skupina 2) a poslední skupina prostřednictvím počítačových animací (experimentální skupina 1). I zde dosáhly skupina 1 a 2 signifikantně lepších průměrných výsledků ve znalostním testu než kontrolní skupina (nejvyšší průměry měla skupina 1) (Marbach-Ad a kol., 2007). Trochu podrobnější závěr přinesl výzkum zabývající se porovnáním statické (obrázky a ilustrace) a dynamické vizualizace (počítačové animace a simulace), kde bylo zjištěno, že animace jsou lepší metodou pro pochopení prostorových procesů a dynamických procesů, jako jsou replikace, transkripce a translace. Ohledně znalostí struktury NK byly však obě metody stejně účinné (Lewalter, 2003).

Aplikace produkční metody je v současnosti na poli učiva molekulární genetiky také velmi častá, což dokládají studie autorů Malacinski a Zell (1996), ve které studenti vytvářeli model replikační vidličky nebo výzkum autora Byrd (2000), při němž žáci modelovali strukturu DNA, replikaci a dokonce i proteosyntézu pomocí barevných cereálií a kartonu. Gunes (2012) popisuje vytváření modelu DNA pomocí techniky origami, Donovan a Venville (2005) zkoušeli pomocí modelu DNA z barevných vláken vlny vysvětlit pojmy jako gen, alela,

dědičnost nebo proměnlivost. Tento model byl úspěšně využit i ve výuce genetiky u velmi mladých žáků ve věku 6-7 let (Venville a Donovan, 2007). Žáky tato forma výuky baví a model je pro ně názornější než ilustrace (Byrd, 2000), dokážou od sebe odlišit pojmy jako chromozom, gen, DNA a vysvětlit je (Venville a Donovan, 2005) a samostatnou praktickou činností získávají v interpretaci abstraktních pojmů a procesů větší jistotu (Malacinski a Zell, 1996).

2.6.3. Vliv zaměření na proces učení

Vzhledem k zaměření výzkumu této práce mne zajímal i možný vliv zaměření žáka (zájem žáka) na jeho výkon. Celkově je však málo výzkumů, které by se zabývaly tím, jaký vliv má přímo zaměření žáka na jeho úspěšnost ve znalostních testech. Pokud má žák pozitivní postoje k danému předmětu, bude i v daném předmětu úspěšnější než žáci, kteří pozitivní postoj k předmětu nemají (Wienburgh, 1995). Výsledky českých žáků, kteří se účastnili dotazníkového šetření postojů k přírodopisu, potvrdili, že pokud má žák přírodovědné předměty v oblibě, pak i jeho postoj (vyjádřený číselně na Likertově škále) je signifikantně vyšší než u ostatních žáků (Kubiatko, 2011).

Existuje také mnoho studií, které se zabývají vlivem učebních metod (Prokop a Žoldošová, 2006) nebo pohlaví na zaměření žáka a jeho postoj k vědě (Prokop a kol., 2007). Vhodný výběr učebních metod může velmi ovlivnit postoj žáka k danému předmětu. Například v sousedním Německu vědci zkoumali, jak se bude vyvíjet postoj žáků k biologii, pokud se budou po dva roky vyučovat převážně prakticky v laboratoři, dále pokud se žákům budou pokusy a praktická činnost předvádět a kontrolní skupinu budou vyučovat jen za pomoci výkladu a nákresů na tabuli. Vědci použili postojový dotazník. U žáků, kteří byli vyučováni častou praktickou činností, se postoje k biologii stále zlepšovaly, mírné zlepšení měli i žáci, kteří pozorovali praktickou činnost učitele, pokles v zájmu o biologii byl znatelný u kontrolní skupiny (Killerman, 1998). K podobnému závěru dospěli i na Slovensku, kde žáci, kteří absolvovali pětidenní vědeckou exkurzi s praktickými pokusy a živými zvířaty, měli kladnější postoj k vědě než žáci, kteří byli vyučováni ve škole (Žoldošová a Prokop, 2006). Podle Prokop a kol. (2007) může postoj k danému předmětu ovlivnit i osobnost učitele nebo věk žáka. Žáci v postojovém dotazníku odpověděli, že vliv učitele je pro ně velmi důležitý a že může mít vliv i ohledně budoucí kariérní dráhy žáka. Z dotazníku však také vyplynulo, že čím je žák starší, tím méně se o přírodovědné předměty zajímá (Prokop a kol., 2007).

Podle průzkumu provedeného v Jižní Koreji prostřednictvím postojového dotazníku mají žáci z biologických témat nekladnější postoj ke genetice a biologii člověka (Hong a kol., 1998).

3. Metodika

Tato kapitola pojednává o způsobu vytváření a úpravách výukových materiálů (pracovní list, test), o průběhu expozice ve skupinách s didaktickými pomůckami, věnuje se popisu výzkumného vzorku žáků, získání a zpracování dat. Kapitola Metodika se také zabývá popisem dotazníku pro učitele a strukturou reflexního dotazníku pro žáky z výzkumného vzorku.

3.1. Charakteristika vzorku

Žáci, kteří se účastnili mého výzkumu, byli vybráni dostupným výběrem na třech různých pražských gymnáziích, v pěti třídách. Třídy byly vybrány na základě dostupnosti a ochoty středoškolských učitelů poskytnout své třídy k aplikaci výzkumné metody. Tomuto typu experimentálního uspořádání říkáme kvaziexperiment, protože není zajištěn náhodný výběr, ale je zajištěné opakované měření v čase či kontrolní skupina (Skutil, 2011).

Celý vzorek byl rozdělen na dvě výzkumné skupiny. Jedna skupina byla vyučována za pomoci počítačových programů a počítačových animací. Tito žáci studovali na Gymnáziu v Čakovcích 3. ročník šestiletého studia (dále jen skupina P). Druhá skupina byla složena z žáků studujících osmileté studium na Gymnáziu Nad Alejí a na Arcibiskupském gymnáziu. Z Gymnázia Nad Alejí absolvovali výzkum žáci z přírodovědného semináře v septimě a z Arcibiskupského gymnázia dvě třídy septimy v klasické hodině biologie. Tito žáci byli označeni jako skupina M a byli vyučováni za pomoci fyzických modelů DNA. Žáci z Gymnázia Nad Alejí tvořili podskupinu M1, žáci z Arcibiskupského gymnázia podskupinu M2. Toto rozdělení posloužilo k tomu, aby bylo možné statisticky vyhodnotit, zda byly všechny tři skupiny (P, M1, M2) na stejné úrovni vstupních znalostí.

Skupiny P a M nebyly věkově zcela shodné. Ve skupině P byli žáci věkově mezi 15-16 lety a ve skupině M bylo žákům 17-18 let. Tento věkový nesoulad je způsoben tím, že záleží na ŠVP daného gymnázia, ve kterém ročníku se daná učební látka vyučuje. U skupiny P se stavba NK a přenos genetické informace učí před buněčnou biologii, kvůli návaznosti

na biologii virů, tj. v 1. ročníku. U skupiny M se učivo o nukleových kyselinách probírá v seminářích nebo v úvodu do genetiky, tj. tedy ve 3. ročníku. Platí však, že ani jedna skupina nikdy před tím učivo o nukleových kyselinách neabsolvovala.

V průběhu výzkumu každá skupina absolvovala kromě vlastní intervence tři za sebou následující testování. Týden před intervencí (7dní) studenti absolvovali pre test a po intervenci dva za sebou následují post testy (1. post test 1 týden po intervenci (skupina M2 5. týdnů po intervenci) a 2. post test – 6 až 7 týdnů po intervenci). To způsobilo, že po vyřazení žáků, od kterých nebyl sebrán kompletní soubor dat, zbylo 54 žáků z původních 115 (viz Tab. 1).

Tab. 1 Počet žáků, který se účastnil výzkumu a počet žáků, který zůstal po vyřazení nekompletních dat.

skupina	původní počet žáků	konečný počet žáků
P	44	26
M1	17	12
M2	54	16
celkem	115	54

3.2. Expozice

U skupiny P probíhala intervence ve dvou třídách ve čtyřech vyučovacích hodinách dle vyhotovené přípravy (kap. 8, Příloha I). U skupiny M probíhala intervence ve dvou dvouhodinových vyučovacích jednotkách, proto i příprava byla dle toho upravena (kap. 8, Příloha II). Celkový počet vyučovacích hodin byl u obou skupin shodný, tedy 180 minut výuky. Všechny vyučovací jednotky jsem odučila já, kromě jedné části intervence na Arcibiskupském gymnáziu, z důvodu onemocnění. Jednalo se o 90 minut, ve které měla být vyložena replikace, transkripce a translace a žáci si měli vyrobit vlastní model DNA. Tuto část za mě odučil Mgr. Pavel Málek.

Obě skupiny byly vyučovány za pomoci stejných prezentací vytvořených v programu Power point, ve kterých byl zastoupen text i obrázky (kap. 8, Příloha III). Obsah prezentací byl rozdělen na pět hlavních částí. V první části jsem se věnovala vysvětlení pojmů nutných pro pochopení stavby NK. Ve druhé pasáži byla zahrnuta samotná stavba nukleových kyselin. Následující náplň prezentací obsahovala objasnění procesu replikace, dále navazoval proces transkripce a nakonec vysvětlení průběhu translace. V prezentacích převládají samotné

obrázky, dle kterých žáci sami procesy vysvětlovali, a já jsem v roli učitele jejich vysvětlení doplňovala a upravovala. Tyto dialogové pasáže trvaly v součtu přibližně 90 minut a stejný čas byl věnován buď praktické činnosti žáků s počítačovými programy a sledováním animací u skupiny P nebo práci s modelem DNA a tvorbou vlastního modelu DNA u skupiny M. Nově získané informace si žáci průběžně procvičovali v pracovním listu (kap. 8, Příloha IV), který byl opět shodný pro obě skupiny.

Pracovní list byl vytvořen v rámci splnění cílů této práce. Tvořila jsem jej sama v souladu s obsahem učiva, probraného během expozice. Pracovní list byl používán v průběhu celé intervence vždy po vysvětlení nové látky jako forma upevnění a zopakování nově nabytých vědomostí (více v kap. 8, Příloha IV). Jeho obsah je komponován tak, aby co nejvíce ukotvil nově získané informace a zaměřoval se na oblasti, ve kterých jsem očekávala nejvíce nejasností. Důraz byl kladen hlavně na stavbu DNA a RNA, komplementaritu bází, znalost užívaných pojmů. U otázek (2, 3) jsem se nechala inspirovat formulacemi otázek ze zahraničních výzkumů (nejvíce Lewis a Wood-Robinson, 2000), protože mne zajímala úspěšnost u našich studentů. Pracovní list nebyl před intervencí pilotován. Práce v pracovním listě začínala zopakováním funkcí organel v eukaryotické buňce. Dále si žáci procvičili komplementaritu dusíkatých bází, základní stavební jednotky NK, znalost významu základních pojmů, funkci různých typů RNA (mRNA, tRNA, rRNA) a uvědomili si rozdíl v poměrných velikostech u pojmů organismus, buňka, jádro, chromozom, DNA, gen a souvislost mezi nimi.

Vlastní praktická činnost se lišila dle skupin. Žáci skupiny P pracovali s počítačovým programem na procvičení komplementarity bází, který je dostupný na internetu jako online aplikace, jehož internetová adresa je uvedena v kap. 8, v příloze V, dále s programem na vizualizaci dvoušroubovice DNA Viewer Lite 5.0 a s kreslícím programem ChemSketch. Studenti pracovali ve dvojicích až trojicích. Skupina M měla k dispozici dva velké rozkládací modely dvoušroubovice DNA (DNA Discovery Kit, distributor Timstar, výrobce 3D Molecular Designs, kap. 8, Příloha VI), se kterými poté pracovali vždy ve dvou skupinách (cca 10 žáků na jeden model) a plnili zadané úkoly. Dále pak měli za úkol vyrobit si vlastní papírový model DNA (kap. 8, Příloha V), který si pak mohli ponechat či vystavit.

Po expozici učiva o NK a přenosu genetické informace, po jeho procvičení v pracovních listech a v praktické činnosti ať už za pomoci počítačů, či za pomoci modelu studenti absolvovali post test 1 (1 týden po expozici) a následně post test 2 (6-7 týdnů po expozici).

3.3. Testy

Ke zjištění účinnosti aplikovaných metod výuky a zjištění míry zapomínání bylo použito trojího testování znalostí ve třech časových bodech (pre test, post test 1 a post test 2). Testové otázky jsem vytvářela sama v rámci splnění cíle této práce. Některé otázky byly převzaty ze zahraničních výzkumů a byly v testu řádně citovány. Všechny tři testy byly obsahově totožné. Chtěla jsem tak zabránit tomu, aby přeformulované otázky změnilly obtížnost předchozího testování. Test byl v pilotním šetření vyplněn studenty předmaturitního ročníku na Gymnáziu v Čakovicích. Otázky v testu pak byly dle této pilotáže upraveny. Upraven byl obrázek v otázce číslo 7, protože původní výběr obrázku nebyl pro žáky srozumitelný a po vytištění nebyl dobře viditelný. Dále byly upraveny slovní formulace odpovědí u otázky 5, 10, 11 (viz podkapitola 3.3.1. Charakteristika testu). Test kromě odborné části zaměřující se na úroveň osvojení učiva obsahoval ještě identifikační část, zjišťující pohlaví studenta a jeho zaměření. V další části byli žáci požádáni o vyplnění data narození, popř. značky pro následné spárování jednotlivých testů.

Žáci vyplnili pre test 1 týden před intervencí, post test 1 jeden týden po intervenci a post test 2 v období 6-7 týdnů od intervence. U žáků z Arcibiskupského gymnázia (skupina M) byl post test 1 posunut z důvodu vánočních prázdnin a odpadající výuky do období 5 týdnů po intervenci (viz Tab. 2). Testování žáků proběhlo mimo intervenci, v jiných vyučovacích hodinách.

Tab. 2: Časové rozložení zadání testů. V prvním řádku je uveden čas testů v týdnech. Čas intervence je čas 0. Pre test proběhl ve všech skupinách 1 týden před intervencí, tedy čas -1. Post test 1 proběhl ve skupině P a M1 1 týden po intervenci a ve skupině M2 5 týdnů po intervenci (z důvodu akce školy a vánočních prázdnin). Post test 2 proběhl ve skupině P a M2 6 týdnů po intervenci a ve skupině M1 7 týdnů po intervenci.

čas	pre test	intervence	post test 1	post test 2
skupina P	-1	0	1	6
skupina M1	-1	0	1	7
skupina M2	-1	0	5	6

Vědomostní test je podrobněji popsán v následující podkapitole a samotný náhled testu je v kap. 8, v příloze VII.

3.3.1. Charakteristika testu

Test byl rozčleněn do 13 otázek, z nichž první a druhá otázka byly identifikační. 1. otázka byla rozsáhlejší a studenti měli označit pohlaví, doplnit věk a buď si zvolit značku, nebo uvést datum svého narození, abych mohla později spárovat pre test a post testy 1 a 2. V druhé otázce žáci vystihovali své zaměření, na výběr bylo více možností a zaškrtnout se mohlo více odpovědí.

1. Zaškrtněte své pohlaví a uveďte věk.

a) muž b) žena věk:..... ID žáka (datum narození):

2. Zaškrtněte, jaké předměty Vás ve škole spíše baví.

- a) spíše přírodovědné (baví mne především Bi, Ch, M, Fy, Ze)
- b) spíše humanitní (baví mě především D, jazyky, ZSV, literatura,...)
- c) spíše technické (IvT, M, Fy, deskriptivní geometrie,...)
- d) spíše umělecké (Hv, Vv,...)
- e) jiné (vypište)

Otázky číslo 3 a 4 byly zaměřeny obecné znalosti NK, respektive, co jsou to nukleové kyseliny a kde v buňce je uložena genetická informace. Otázky byly výběrové s jednou správnou odpovědí.

3. Zakroužkujte správnou odpověď (jedna odpověď je správná).

DNA a RNA jsou

- a) minerální kyseliny
- b) nukleové kyseliny
- c) mastné kyseliny
- d) aminokyseliny

4. Zakroužkujte správnou odpověď (jedna odpověď je správná).

DNA je v eukaryotické buňce uložena v

- a) cytoplazmě
- b) vakuole
- c) plazmatické membráně
- d) jádře.

Pátá otázka byla také typu více výběr z více možností a měla zjistit, zda žák ví, že genetickou informaci vlastní každý živý organismus (do otázky nebyly zahrnuty viry jakožto nebuněčné organismy, protože skupina P biologie virů ještě neprobírala a skupina M by v tomto byla zvýhodněna). V této otázce žáci mohli vybrat více správných odpovědí.

5. Zaškrtněte organismy, které mají ve svých buňkách DNA (více odpovědí může být správně).

- a) žampion
- b) dub
- c) člověk
- d) moucha
- e) bakterie
- f) kámen
- g) orel
- h) sinice
- i) sedmikráska

Otázka číslo 6 byla převzata z výzkumu Lewis a Wood – Robinson a zaměřovala se na to, zda se student orientuje v poměrných velikostech organismus – gen. Student měl za úkol doplnit jednotlivé pojmy od největšího po nejmenší.

- 6. Doplňte do rámečků uvedené výrazy dle jejich poměrné velikosti.** (inspirováno z J.Lewis, C. Wood-Robinson; Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship?; International Journal of Education, 2000)

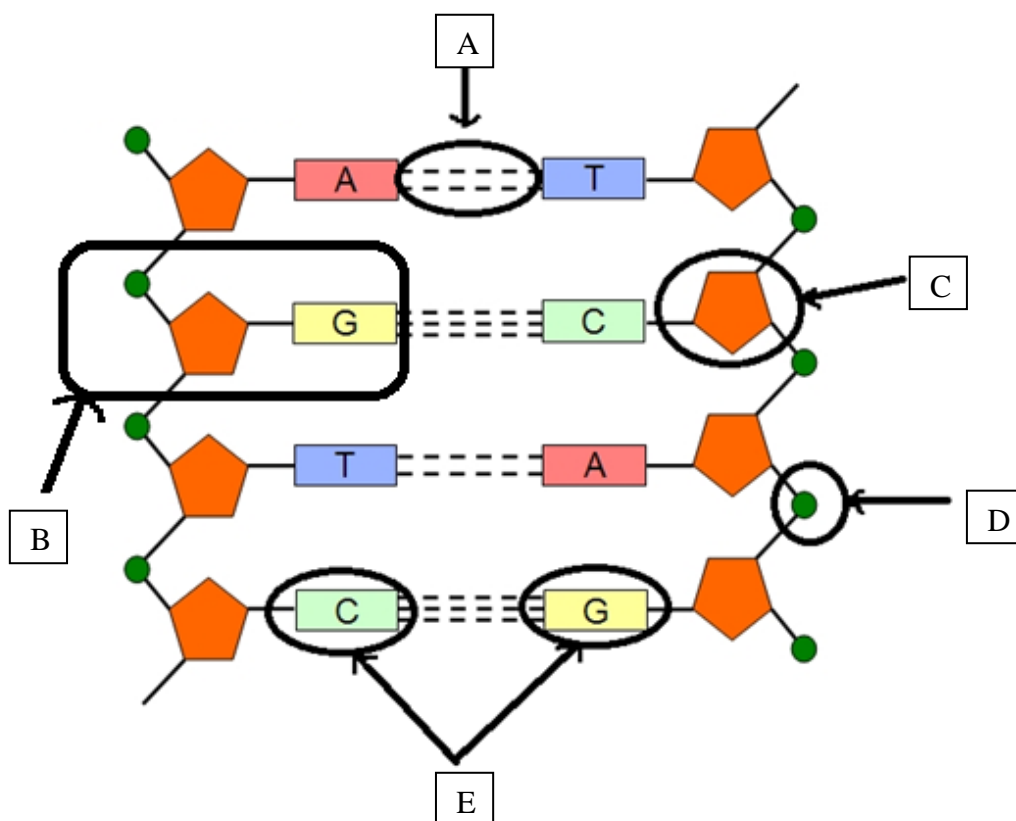
chromozom, jádro, buňka, gen, DNA, organismus

	největší
	nejmenší

Sedmá otázka pracovala s obrázkem. Na obrázku byla primární struktura DNA a na ní byly vyznačeny určité struktury, které žáci museli správně nazvat.

- 7. Na obrázku je část molekuly DNA. Napiš obecné názvy označených komponent do tabulky.**

(převzato a upraveno z: http://cronodon.com/images/DNA_Structure.jpg dne 30.6.2013)



	A	B	C	D	E
název					

Otázka číslo osm byla s otevřenou odpovědí, kde se od žáků očekávalo, že napíší dva rozdíly ve stavbě mezi DNA a RNA.

V následující otázce se žáci zabývali pojmem komplementarita a z výběru odpovědí byla jen jedna správná.

9. Zaškrtněte správnou odpověď (jen jedna odpověď je správná).

Komplementarita bází znamená,

- a) že se párují vždy pouze dvě určité báze.
- b) že nezáleží, které dvě báze se spolu párují.
- c) že všechny báze mají stejné chemické složení.
- d) že existují jiné báze pro RNA a jiné pro DNA.

Desátá otázka byla zaměřena na jadrné dělení a počty chromozomů. Žáci měli rozhodnout, zda jsou daná tvrzení správná či nikoli a svou odpověď označit.

10. Rozhodněte, zda jsou uvedená tvrzení pravdivá či nepravdivá.

- a) Mitóza zajišťuje dokonalé rozdělení genetického materiálu mezi dceřiné buňky. ANO/NE
- b) Somatická buňka před rozdělením vytvoří identickou kopii své DNA. ANO/NE
- c) Mitózou se rozmnožují všechny buňky v těle organismu. ANO/NE
- d) Somatické buňky mají 1 sadu chromozomů a pohlavní buňky 2 sady. ANO/NE

Poslední tři otázky byly komponovány jako otázky s výběrem odpovědi, z nichž je jen jedna odpověď správná. Jedenáctá otázka se zabývala pojmem replikace, dvanáctá pojmem transkripce a třináctá pojmem translace.

11. Zaškrtněte správnou odpověď (jedna je správná).

Při replikaci DNA

- a) vzniká nové vlákno molekuly RNA.
- b) dochází k opravě poškozené RNA.
- c) vznikají dvě identické molekuly DNA.
- d) vzniká nový polypeptid podle DNA.

12. Zaškrtněte správnou odpověď (jedna je správná).

Transkripce je proces,

- a) při kterém vznikají přepisem dle DNA nové proteiny.
- b) probíhající v buněčných organelách zvaných ribozomy.
- c) při kterém se přepisuje informace z DNA do mRNA.
- d) při kterém dochází ke vzniku polypeptidového řetězce.

13. Zaškrtněte NESPRÁVNOU odpověď (jedna je NESPRÁVNÁ).

- a) Aminokyseliny jsou základní stavební složkou bílkovin.
- b) Translace je proces, který probíhá v buněčném jádře.
- c) Translace je překlad pořadí nukleotidů do pořadí aminokyselin.
- d) Translace je proces, při kterém vznikají nové proteiny.

Test byl bodově ohodnocen. Rozvržení bodů v otázkách je přehledně zobrazeno v tabulce 1. Maximum bodů, které žáci mohli získat, bylo 22 (viz. Tab. 3). Za nesprávnou odpověď nebyly odečítány body. Test celkově trval asi 10 minut.

Tabulka 3: Bodové ohodnocení jednotlivých otázek ve znalostním testu.

číslo otázky	počet bodů
1	0
2	0
3	1x1 = 1
4	1x1 = 1
5	8x0,5 = 4
6	6x0,5 = 3
7	5x1 = 5
8	2x1 = 2
9	1x1 = 1
10	4x0,5 = 2
11	1x1 = 1
12	1x1 = 1
13	1x1 = 1

3.4. Výběr dat

Testování a intervence se účastnilo celkově 115 žáků. Aby bylo možné data statisticky vyhodnotit, bylo nutné, aby se zúčastnili všech třech testování (pre test, post test1 a 2). Díky tomu bylo do výsledného souboru dat pro testování zařazeno pouze 54 žáků (26 ze skupiny P a 28 ze skupiny M), tedy ti, od kterých byla sebrána všechna data. Všichni žáci, kterým chyběl některý z testů, byli vyřazeni z výzkumné skupiny.

V testech bylo patrné, že někteří žáci nějaké otázky vůbec nevyplnili (samozřejmě hlavně pre testech). Studentům bylo v rámci instrukcí před vyplňováním testů řečeno, že pokud na danou otázku neznají odpověď, je lépe, když ji vůbec nevyplní, než aby náhodně tipovali. Prázdné odpovědi tedy byly hodnoceny jako neznalost správné odpovědi (0 bodů). Pro další statistické zpracování byla použita celková skóre ze všech tří testů.

3.5. Statistické metody

Získaná data jsem ve své diplomové práci zpracovala za pomoci RNDr. Jana Mourka, PhD., RNDr. Vandy Janštové a PaedDr. Milana Kubiátka, PhD. Zprvu byla data zpracována pomocí popisné statistiky a poté byla podrobena analýze statistickými testy. Všechny použité testy byly aplikovány na hladině významnosti 0,05 za pomoci programu STATISTICA 6.0 a Excel (chí-kvadrát test). Vzhledem k malému vzorku je doporučeno využívat spíše neparametrické statistické metody (Goodhue 2006, Lindgren 2013), ale dle Urbánka (2007) je možné použít parametrické metody, pokud rozložení dat odpovídá normálnímu rozložení.

Na počátku jsem každou skupinu stručně charakterizovala pomocí popisné statistiky. V programu STATISTICA 6.0 jsem spočítala aritmetický průměr skóre, medián skóre, maximum a minimum dosažených bodů v testech.

Dále bylo otestováno skóre žáků získané v testech (pre test, post test 1, 2) pomocí Kolmogorovova – Smirnovova testu normality. Tento test je užíván pro posuzování rozdílů mezi testovanou skupinou a teoretickému normálnímu rozložení. Nulová hypotéza H_0 pro tento test zní, že se složení obou skupin žáků neliší. To znamená, že rozdělení proměnné (skóre v testu) se blíží teoretickému normálnímu rozložení. Alternativní hypotéza H_A naopak říká, že ve složení dvou skupin jsou rozdíly, jinými slovy rozdělení dat neodpovídá teoretickému normálnímu rozdělení (Chráska, 2007). Jak již bylo zmíněno, testování proběhlo na hladině významnosti $p = 0,05$. Ve statistice obecně platí, že pokud je hodnota p menší než 0,05, pak nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu H_A . Grafy vyobrazující rozložení dat jsou k nalezení v kapitole 4. Výsledky.

Pro porovnání hodnoty dosaženého skóre žáků v testech v rámci skupiny byl použit t-test pro závislé vzorky. Tento test se užívá v případě, kdy jsme opakovaně měřili u téže skupiny určitou vlastnost (např. počet bodů v testu) a chceme zjistit, zda mezi výsledky těchto dvou měření jsou statisticky významné rozdíly (Chráska, 2007). Nulová hypotéza zní: Mezi výší

průměru skóre ze znalostního testu žáků před intervencí a po intervenci není rozdíl. Naproti tomu alternativní hypotéza říká, že výše průměrného skóre žáků ze znalostního testu před a po intervenci je jiná. Výsledky tohoto testu jsou uvedeny v kapitole 4. Výsledky.

Případný vliv použité metody výuky na hodnotu dosaženého skóre byl testován testem analýzy rozptylu (ANOVA). V tomto testu je analyzován určitý soubor metrických dat (skóre v testech), který je rozdělen do skupin (v mé práci skupiny P, M1 a M2). V tomto případě lze získat dva na sobě nezávislé odhady rozptylu. První z těchto odhadů vychází z analýzy rozptylu mezi průměry skupin a druhý vychází z rozptylu uvnitř skupin. Z obou těchto rozptylů je vypočítáno jedno kritérium. Pokud je vypočítaná hodnota daného kritéria větší než hodnota kritická, odmítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní. Nulová hypotéza zní: Mezi rozptylem mezi skupinami a uvnitř skupin není rozdíl. Naproti tomu alternativní hypotéza říká, že rozptyl mezi skupinami je větší rozdíl než uvnitř skupin (Chráška, 2007). V případě tohoto výzkumu byl první odhad rozptylu prováděn mezi průměry dosaženého skóre v testech u jednotlivých skupin (P, M1, M2). Druhý odhad rozptylu v daném testu se zaměřil na porovnání skóre žáků u jednotlivých testových otázek mezi sebou navzájem. K detekci případného rozdílu mezi výsledky testů v závislosti na pohlaví, zaměření žáka a příslušnosti ke skupině použita ANOVA hlavních efektů. Pokud tato analýza ukázala, že některá z proměnných má na výsledky žáků signifikantní vliv, byl dále použit Tukeyův post hoc test. Výsledky všech těchto analýz rozptylu a post hoc testů jsou popsány v kapitole 4. Výsledky.

Dalším použitým testem byla analýza kovariance (ANCOVA). Tento test se používá, pokud je zapotřebí odfiltrovat vliv určité proměnné, která má rušivý efekt na závislou proměnnou. Uspořádání experimentu bylo typu kvazi experiment, protože nebyl zajištěn zcela náhodný výběr, ale pouze opakování měření v čase. Nebyla tak zajištěna stejná vstupní úroveň znalostí u jednotlivých skupin. Výsledky pre testu byly tedy odfiltrovány, aby bylo možné zjistit, zda použití různých metod výuky mělo vliv na hodnotu skóre post testů. I v tomto případě jsem využila Tukeyův post hoc test, pokud ANCOVA ukázala, že rozdíly mezi skupinami jsou signifikantní, ke zjištění, mezi kterými skupinami je rozdíl.

K dalšímu podpoření či vyvrácení hypotéz byl použit test dobré shody chí-kvadrát. Tohoto testu se využívá při ověřování, zda se četnosti, které byly získány reálným měřením, odlišují od teoretických četností, které odpovídají nulové hypotéze (Chráška, 2007). Chí-kvadrát test byl použit při zpracování dat z dotazníkového šetření učitelů. Testovala se četnost odpovědí

získaných od učitelů oproti teoreticky očekávané četnosti těchto odpovědí (více v kap. 4. Výsledky)

3.6. Dotazníkové šetření učitelů

Dotazník byl vytvořen k doplnění náhledu do problematiky učiva o NK a přenosu genetické informace na pražských gymnáziích. Cílem bylo zjistit, do kterých oblastí učiva jsou stavba NK a přenos genetické informace začleňovány, které metody výuky učitelé používají při výuce tohoto učiva a jak dlouho již tito učitelé učí. Dále bylo cílem dozvědět se, do jaké hloubky se učitelé tomuto okruhu věnují a které pojmy jsou pro ně při tom důležité. Zajímala mne i literatura, kterou by žákům doporučili k učení. Dotazník pro učitele obsahoval 9 otázek. Dotazy zjišťovaly aprobaci učitele, metody výuky, které učitelé využívají ve výuce daného tematického celku, dále používané zdroje informací, délku praxe, pohlaví učitele a typ školy, na které učitel vyučuje. Jedna z otázek se věnovala důležitosti pojmů, týkající se učiva o NK. Úkolem učitele bylo na pětibodové Likertově škále označit, zda zcela souhlasí, spíše souhlasí, neví, spíše nesouhlasí či zcela nesouhlasí s tvrzením, že daný pojem je pro výuku daného tématu určitě důležitý a je učitelem vyučován. Vyplnění dotazníku trvalo zhruba 10 minut a byl pilotně testován vyplněn třemi učiteli z pražského gymnázia Čakovice. Dotazník celkově vyhodnotili jako srozumitelný a označili otázky s nejasnou formulací nebo s nejasnou možností odpovědi. Dle připomínek byla upravena otázka 5, kam byly přidány pojmy matrice a intron, exon, dále pak byla upravena slovní formulace odpovědí u otázky 8. Na základě jejich doporučení jsem zařadila otázku týkající se vhodné literatury. Věkové hranice v otázce 4 jsem stanovila na základě výsledků výzkumné studie z Barcelony, kde středoškolští učitelé ve věku od 32 – 62 let žádali o nová školení a kurzy především z oblasti molekulární genetiky, kde viděli své největší nedostatky (Fernández-Novell a kol., 2004). Předpokládala jsem tedy, že učitelé od věku cca 35 a více let (tj. cca 10 let a více v praxi) mohou mít problém s výkladem této učební látky a budou se spíše uchýlovat k teoretickým metodám výuky. Jednotlivé položky dotazníku jsem vytvářela sama v šablonách Google dokumentů (náhled v Příloze VIII). Dotazník byl elektronicky rozeslán 173 učitelům biologie na pražských gymnáziích (kontakty jsem dostala k dispozici z Katedry učitelství a didaktiky biologie, PřF UK).

3.7. Reflexe výuky pro žáky

Součástí post testu 1 byla i reflexe intervence. Tu jsem zařadila pro zjištění názoru žáků na právě absolvovanou výuku (Příloha IX). Pro mne jakožto pro výzkumníka a učitele a pro vypracování této práce bylo získání názorů od žáků velice důležité. Na počátku reflexe jsem se ptala na metodu výuky, kterou žáci absolvovali (tj. počítače a animace/modely) a na pohlaví žáka. Dále žáci na Likertově škále vyjádřili míru souhlasu s řadou tvrzení týkajících se názornosti, přínosnosti a zábavnosti absolvované výuky. Následně reflexní dotazník navazoval dvěma otázkami s otevřenou odpovědí. Ptala jsem se, co žáky na výuce nejvíce zaujalo a co jim nejméně vyhovovalo. V posledním dotazu měli žáci zatrhnout, jestli jim více vyhovuje učení praktickou činností či klasický styl nebo zda jim na tom nezáleží. Reflexe celkově trvala cca 3 minuty. Odpovědi byly analyzovány z hlediska četnosti daného typu odpovědi.

3.8. Didaktické pomůcky

V průběhu intervence v obou skupinách bylo využíváno různých didaktických a jiných pomůcek. V obou skupinách byla používána stejné prezentace s textem a obrázky týkající se daného tématu (viz Příloha III). Tento obrázkový materiál názorně pomáhal při výkladu a stručný text usnadňoval studentům zápis do sešitů. Prezentace byly promítány za pomoci dataprojektoru na plátno. Další pomůcky se lišily v závislosti na skupině.

Ve skupině P bylo žákům zapůjčeno 7 netbooků z Katedry učitelství a didaktiky biologie na dobu trvání intervence. Někteří studenti měli k dispozici svůj notebook nebo tablet. Na tyto přístroje byly nainstalovány programy Viewer Lite 5.0, který slouží k vizualizaci molekul (např. DNA, enzymy) a podrobnému trojrozměrnému zobrazení jejich struktury. Dále byl instalován program ChemSketch (verze 12.01, freeware), který má k dispozici ve svých databázích předdefinovanou chemickou strukturu dusíkatých bází, monosacharidů i fosfát. Nakonec bylo nutné nainstalovat Javu (verze 7, update 55) k procvičování komplementarity bází. Tento program fungoval online (internetová adresa je k dispozici v Příloze V). Aplikace a počítačové programy byly používány hlavně v první části výuky při vysvětlování pojmů a struktury NK. V pasáži, kde byl hlavním tématem přenos genetické informace, byly používány animace. Každý proces (replikace, transkripce a translace) byl vizualizován a popsán za pomoci počítačové animace. Zdrojové internetové adresy byly žákům k dispozici

a v této práci je naleznete v seznamu použitých zdrojů v kapitole 7. Podrobná didaktická příprava na 4 VH v této skupině je k dispozici v Příloze I.

Ve skupině M byly hlavní pomůckou dva totožné modely DNA (DNA Discovery Kit, distributor Timstar, výrobce 3D Molecular Designs, Příloha VI), které také zapůjčila Katedra učitelství a didaktiky biologie, resp. pí. RNDr. Vanda Janštová. S modelem jsem pracovala já jakožto učitel při výkladu a studenti poté v rámci samostatné práce ve skupinách. Model lze rozložit na jednotlivé nukleotidy a ty se dají naopak postupně skládat a komplementovat, čímž vzniká dvoušroubovice. Spojení mezi komplementárními bázemi i mezi deoxyribózou a fosfátem je zajištěno magnety ve vazebných místech. Součástí modelu je i stojan, na který se celá stavebnice postupně vrství a výsledný model je tak stabilizován. Takto s ním lze různě natáčet a otáčet a podrobně si tak prohlédnout strukturu molekuly ze všech možných úhlů. Model byl využit hlavně při výuce tématu struktury DNA. Oblast učiva o přenosu genetické informace byla vyložena bez animací, pouze za pomoci obrázků v prezentaci a nákreseů na tabuli a dialogem mezi učitelem a žáky. Další didaktickou pomůckou, kterou jsem použila, byl materiál na vlastnoruční sestavení modelů DNA z papíru, psacích potřeb a lepenky. Tyto potřeby měli žáci ode mne k dispozici. Internetový zdroj je k nalezení v seznamu použitých zdrojů (kap. 7) a podrobná didaktická příprava v Příloze II.

4. Výsledky

4.1. Výsledky pilotního šetření

Pilotní šetření znalostního testu proběhlo v třídě maturitního ročníku na gymnáziu v Čakovicích. V jeho průběhu se objevilo pár nedostatků, které znesnadňovaly žákům správně odpovědět. Podle komentářů jsem připravila konečnou verzi testu (viz Příloha VII). U otázky 7 byl vybrán jiný obrázek a upraven tak, aby byl pochopitelný a názorný. U otázek 5, 10 a 11 byly upraveny slovní formulace odpovědí. Tento test byl zadán pouze jako pre test, aplikace výukových metod zde neproběhla, další testování na těchto žácích také neproběhlo. Výsledky tedy nebyly zahrnuty do statistického zpracování dat.

4.2. Popisná statistika

K ověření hypotéz byly zařazeny a zpracovány výsledky od 54 žáků, 35 děvčat a 19 chlapců. Žáci byli ve věku 15 – 18 let. Každá skupina byla charakterizována popisnou statistikou, která zahrnuje počet žáků, medián, maximální a minimální počet bodů a směrodatnou odchylku. Tabulka 4 zachycuje tuto statistiku pro skupinu P, tabulka 5 pro skupinu M1 a tabulka 6 pro skupinu M2. Maximální počet bodů, kterého bylo možné v testech dosáhnout, bylo 22. Z hodnot uvedených v tabulkách je vidět, že nejvyššího průměrného skóre v testech dosáhla skupina M1. Nejnižšího průměru skóre v post testech dosáhla skupina M2.

Tabulka 4: Popisná statistika skupiny P (počítače a animace). Z tabulky je zřejmé, že po absolvování výuky dosáhli žáci vyššího skóre (maximum bylo 22 bodů). Jak je vidět, po absolvování výuky se zvýšil průměrný počet bodů o 8,6 bodů v post testu 1 než v pre testu. V post testu 2 se od post testu 1 snížil jen o 1,1 bodu. Minimum/maximum – minimální/maximální počet dosažených bodů. SD – směrodatná odchylka.

n = 26 (dívky 18, chlapci 8)

	průměr	medián	minimum	maximum	SD
pre test	6,9	6,75	3,0	13,0	2,26
post test 1	15,5	16,25	8,0	21,0	3,68
post test 2	14,4	14,50	7,0	21,5	4,05

Tabulka 5: Popisná statistika skupiny M1 (modely). Žáci po absolvování výuky dosáhli vyššího skóre (maximum bylo 22 bodů). Z tabulky je zřejmé, že žáci se znalostně zlepšili v průměru o 6 bodů (post test 1) oproti pre testu a v post testu 2 svůj průměr dokonce ještě zvýšili o 0,3 bodu. Minimum/maximum – minimální/maximální počet dosažených bodů. SD – směrodatná odchylka.

n = 12 (dívky 8, chlapci 4)

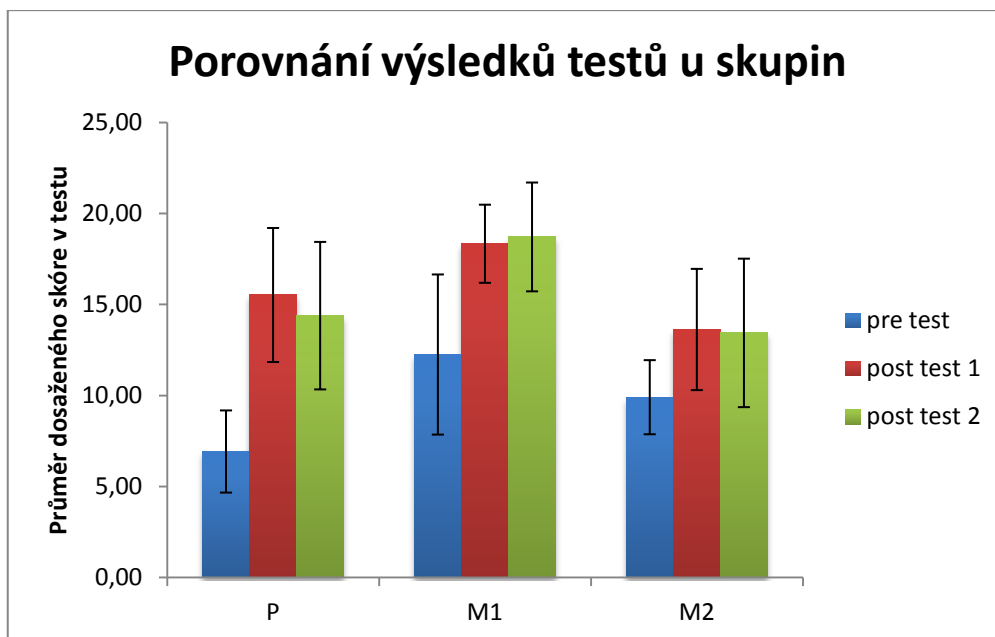
	průměr	medián	minimum	maximum	SD
pre test	12,3	11,00	7,0	21,0	4,40
post test 1	18,3	18,25	15,5	21,0	2,15
post test 2	18,7	20,00	11,0	22,0	2,99

Tabulka 6: Popisná statistika skupiny M2 (modely). Tabulka ukazuje, že po absolvování výuky dosáhli žáci vyššího skóre a to o 3,7 bodů v porovnání s pre testem. Post test 1 však žáci vyplnili až 5 týdnů po intervenci. V post testu 2 se žákům průměrný počet dosažených bodů snížil pouze o 0,2 bodu. Minimum/maximum – minimální/maximální počet dosažených bodů. SD – směrodatná odchylka.

n = 16 (dívky 9, chlapci 7)

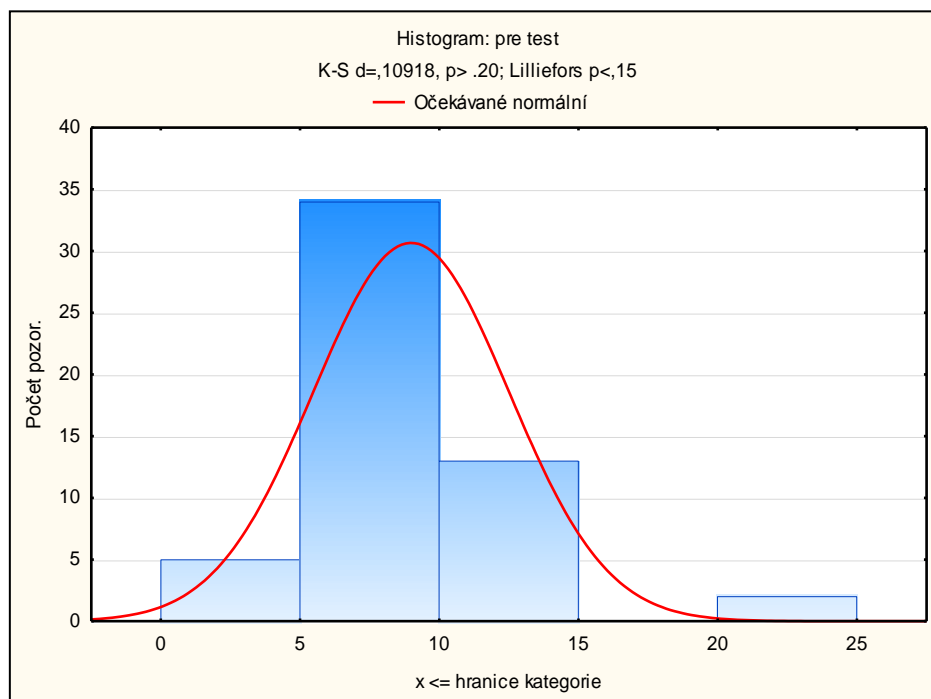
	průměr	medián	minimum	maximum	SD
pre test	9,9	9,50	5,5	14,0	2,03
post test 1	13,6	13,00	8,0	20,0	3,33
post test 2	13,4	14,00	5,0	21,0	4,08

Celkové srovnání výsledků jednotlivých skupin ve znalostních testech je vidět v grafu 1. Skupiny neměly před intervencí stejnou úroveň znalostí, což potvrdily i výsledky statistických testů (viz podkapitola 4.4.1.). Celkové srovnání zkresluje fakt, že kvůli akcím školy a vánočním prázdninám byl u skupiny M2 zadán post test1 až pět týdnů po intervenci. Když se však zaměřím na skupinu P a M1, u kterých proběhl post test jeden týden po intervenci, tak u skupiny M1 došlo o zvýšení o 6 bodů a u skupiny P dokonce o 8,6 bodů. Post test 2 proběhl u všech skupin v intervalu 6-7 týdnů po intervenci a z grafu 1 je poznat, že míra zapomínání je minimální (u skupiny P snížení o 1,2 bodu, u skupiny M1 zvýšení o 0,4 bodu, u M2 dochází ke snížení o 0,2 bodu, ale opět ke zkreslení z důvodu posunu post testu 1). Největší pokrok v míře nově osvojených znalostí učinila skupina P, nejmenšího posunu dosáhla skupina M2.



Graf 1: Celkové srovnání průměrů skóre v testech u skupin. Z grafu je vidět, že skupiny nejsou na počátku srovnatelné ohledně úrovně znalostí. Nejvyššího průměrného skóre v post testech dosáhla skupina M1, nejnižšího skupina M2, která zároveň dosáhla i nejnižšího pokroku. Největší posun ve znalostech je zaznamenán u skupiny P. Směrodatné odchylky znázorněné chybovými úsečkami ukazují, jak moc jsou dané hodnoty skóre rozptýleny okolo průměru.

Ke zjištění, zda se rozložení dosažených skóre blíží k normálnímu rozložení, byl použit Kolmogorův-Smirnovův test normality. Vypočtená hodnota $d = 0,109$ pro výsledky pre testu je nižší než kritická hodnota pro četnost $n = 54$ na hladině významnosti $0,05$ $D = 0,181$ (vydavatelství.vsch), a proto se rozložení dat blíží k normálnímu (viz Graf 2). Tento test normality byl aplikován i na post test 1 a 2. Rozložení dat se také blíží k normálnímu rozložení (viz Graf 3 a Graf 4 v kapitole Příloha X).



Graf 2: Histogram zobrazující výsledek K-S testu normálního rozložení dat. Z histogramu lze pozorovat, že rozložení dat (modrá oblast) se blíží teoretickému normálnímu rozložení (červená Gaussova křivka). Na ose y je počet žáků, který získal skóre v daném rozmezí bodů ($n=54$), na ose x je uveden počet bodů (max. 22). D-hodnota (0,109) tohoto testu je nižší než kritická hodnota pro četnost 54 na 5% hladině významnosti (0,181).

Zajímavé bylo srovnání průměrného počtu bodů mezi dívkami a chlapci (Tab. 7). V pre testu byli o 1 bod lepší chlapci, v post testu 1 byla obě pohlaví relativně na stejné úrovni a v post testu 2 dosáhly dívky v průměru o 0,9 bodu lepších výsledků. Celkově jsou bodové rozdíly velmi malé.

Podobné bodové srovnání jsem provedla u žáků, kteří byli zaměřeni přírodovědně a jinak než přírodovědně (Tab. 8). Žáci s přírodovědným zaměřením měli již v pre testu vyšší skóre, průměrně o 3,4 bodu, než žáci s nepřírodovědným zaměřením. Podobný bodový rozsah byl u post testu 1 (rozdíl 3 body) a post testu 2 (rozdíl 3,4 body) ve prospěch přírodovědně zaměřených žáků.

Tab. 7: Průměrná skóre u dívek a u chlapců. Skóre chlapců i dívek se lišila velmi málo. U obou pohlaví je vidět zlepšení ve skóre po absolvování výuky. Míra zapomínání se projevila více u chlapců než u dívek.

	dívky průměr skóre	chlapci průměr skóre
pre test	8,6	9,6
post test 1	15,5	15,7
post test 2	15,4	14,5

Tab. 8: Průměrná skóre u přírodovědně a nepřírodovědně zaměřených žáků. Žáci s přírodovědným zaměřením získali ve všech testech vyšší průměrný počet bodů než žáci s jiným než přírodovědným zaměřením. U obou skupin žáků je vidět po intervenci zlepšení počtu získaných bodů.

	žáci s přírodovědným zaměřením	žáci s nepřírodovědným zaměřením
pre test	11,3	7,9
post test 1	17,6	14,6
post test2	17,4	14,0

Abych mohla rozhodnout o tom, zda jsou nebo nejsou tyto rozdíly mezi žáky různého pohlaví a zaměření významné, testovala jsem vliv těchto proměnných na výši dosaženého skóre ve znalostních testech (viz dále kap. 4.4. Vliv nezávisle proměnných na výsledky ze znalostních testů).

4.3. Výsledky statistických testů – porovnání v rámci skupin

Tato podkapitola se věnuje porovnání výsledků žáků ze znalostních testů v rámci jedné skupiny. K této analýze byl použit párový t-test závislých vzorků (počítáno v programu STATISTICA 6.0). Analyzován byl posun míry osvojených znalostí, tedy průměr skóre skupiny v pre testu (před intervencí) a v post testu 1 (po intervenci), dále také rozdíl ve skóre u pre testu a post testu 2 a nakonec míra zapomínání osvojených znalostí tedy skóre post testu

1 a post testu 2. U skupiny M2 mohlo dojít ke zkreslení výsledku testu, protože post test 1 nebyl z důvodu akcí školy a vánočních prázdnin zadán 1 týden po intervenci jako u ostatních dvou skupin (P a M1), ale až 5 týdnů po intervenci. Výsledky t-testu pro všechny tři kombinace testů pro skupinu P jsou v tabulce 9, pro skupinu M1 v tabulce 10 a pro skupinu M2 v tabulce 11. Největšího posunu ve znalostech učinila skupina P, dále po ní skupina M1. Nejmenšího pokroku dosáhla skupina M2, což mohlo být způsobené časovým posunem post testu 1. Dále bylo zajímavé srovnání výsledků mezi post testem 1 a post testem 2 v rámci jedné skupiny, což značí míru zapomínání. Z výsledku vyplývá, že míra zapomínání je velmi malá, což je průkazné u skupin P a M1. U skupiny M2 následoval post test 2 pouze jeden týden po post testu 1, proto je u této skupiny výsledek zkreslený.

Tab. 9: Výsledky párového t-testu porovnání průměrů skóre mezi testy v rámci skupiny

P. p- hodnoty porovnání skóre skupiny P mezi pre testem a post test 1 a mezi pre testem a post testem 2 jsou menší než 0,05 (značeno tučně), čili posun ve znalostech byl statisticky významný. Rozdíl průměrného skóre žáků mezi post testem 1 a 2 není významný, což ukazuje, že míra zapomínání byla zanedbatelná.

	t-hodnota	p-hodnota
pre/ post 1	-10,90	0,000
post 1/ post 2	1,95	0,063
pre/ post 2	-7,77	0,000

Tab. 10: Výsledky párového t-testu porovnání průměrů skóre mezi testy v rámci

skupiny M1. Tučně zvýrazněné p-hodnoty u rozdílu skóre mezi pre testem a post testem 1 a pre testem a postem 2 značí, že znalostní posun žáků je staticky významný. p-hodnota mezi post testem 1 a 2 ukazuje, že míra zapomínání je nevýznamná.

	t-hodnota	p-hodnota
pre/ post 1	-5,71	0,000
post 1/ post 2	-0,47	0,648
pre/ post 2	-6,31	0,001

Tab. 11: Výsledky párového t-testu porovnání průměrů skóre mezi testy v rámci skupiny M2. Tučně zvýrazněné p-hodnoty porovnání skóre mezi pre testem a post testem 1 a pre testem a postem 2 značí, že znalostní posun žáků je signifikantní. p-hodnota mezi post testem 1 a 2 ukazuje, že žáci málo zapomínali.

	t-hodnota	p-hodnota
pre/ post 1	-5,23	0,000
post 1/ post 2	0,17	0,868
pre/ post 2	-6,31	0,002

Můžeme tedy shrnout, že žáci všech tří skupin v průběhu intervence získali nové znalosti (dosáhli vyšších hodnot ve znalostním post testu) a i po šesti až sedmi týdnech byly jejich výsledky prokazatelně lepší než před intervencí (post test 2).

4.4. Vliv nezávisle proměnných na výsledky znalostních testů

K podpoření či vyvrácení hypotéz, které jsem si stanovila na počátku výzkumu, byly provedeny statistické testy. Jak bylo uvedeno v kapitole 3. Metodika, data byla zpracována parametrickými metodami v programu STATISTICA 6.0. V této podkapitole uvádím výsledky jednotlivých testů.

Na počátku byla provedena ANOVA hlavních efektů, která testovala vztahy mezi závisle proměnnými, tj. průměrnými skóre ve všech testech (pre test, post test1 a 2) a nezávisle proměnnými (skupina, pohlaví a zaměření). Z této analýzy vyplynulo, že významný vliv na výši skóre ve znalostních testech měla pouze skupina neboli učební metoda. Proměnné pohlaví a zaměření žáka na výkon v testech vliv neměly (Tab. 12).

Tab. 12: Výsledek ANOVA testu hlavních efektů. p-hodnota u proměnné příslušnosti ke skupině je menší než 0,05 (zvýrazněna tučně) a tudíž na výši skóre ve znalostních testech mělo vliv, zda byly ve výuce použity počítače či modely, resp. do které skupiny žáci patřili. Výše dosaženého skóre u chlapců a u dívek se nelišila ($p > 0,05$). Podobně se také nelišil průměrný počet bodů z testů u přírodovědně a nepřírodovědně zaměřených žáků ($p > 0,05$).

	F-hodnota	p-hodnota
skupina	4,35	0,001
pohlaví	0,70	0,556
zaměření	0,73	0,539

V následujících podkapitolách podrobněji rozeberu vliv jednotlivých nezávisle proměnných na dosažená skóre ve znalostních testech.

4.4.1. Vliv příslušnosti ke skupině na dosažené skóre v testech

Jak bylo zmíněno výše, ANOVA hlavních efektů ukázala, že příslušnost ke skupině (P, M1 nebo M2) měla signifikantní vliv na dosažená skóre žáků ve znalostních testech. Abych zjistila, mezi kterými hodnotami rozdíl byl, použila jsem Tukeyův post hoc test. Na hladině významnosti 0,05 je signifikantní rozdíl mezi skupinou P a M1 ($p < 0,05$) a mezi skupinou P a M2 ($p < 0,05$). Žáci skupiny P dosahovali horších výsledků než žáci obou M skupin. Mezi skupinami M1 a M2 rozdíl významný není ($p > 0,05$), bylo tedy možné skupinu M1 a M2 sloučit (Tab. 13). Neučinila jsem tak, protože po odfiltrování proměnné výsledek pre testu v analýze kovariance (závislé proměnné post test 1 i post test 2) vyšlo, že mezi skupinami M1 a M2 signifikantní rozdíl existuje (více níže v kapitole 4.4.2. Analýza kovariance).

Tab. 13: Tukeyův post hoc test zobrazující rozdíl mezi skupinami v pre testu. Tučně zvýrazněné p-hodnoty označují signifikantní rozdíly. Ty jsou, jak je vidět, mezi P a M1, a P a M2. P skupina se tedy odlišuje od obou M skupin. Žáci ze skupin M1 a M2 se od sebe výši skóre dosaženého v pre testu významně nelišili.

	P	M1	M2
P		0,000	0,005
M1	0,000		0,087
M2	0,005	0,087	

Protože tyto výsledky ukázaly, že skupiny žáků nebyly před intervencí na stejné znalostní úrovni, byl v dalším zkoumání vlivu učební metody na dosažené skóre ve znalostních post testech odstraněn vliv pre testu analýzou kovariance.

4.4.2. Vlivu učební metody na výši skóre v post testech analyzovaný testem kovariance

Na počátku výzkumu jsem si stanovila hypotézu, že žáci, kteří absolvovali výuku s fyzickým 3D modelem a vyráběli vlastní model DNA, budou mít lepší výsledky v post testech než žáci, kteří absolvovali výuku podpořenou počítačovými programy a animacemi. Aby bylo možné určit případný rozdíl ve vlivu učebních metod na míru osvojených znalostí u žáků, kteří se mezi skupinami lišili ve skóre dosaženém v pre testu, byla provedena analýza kovariance (ANCOVA). ANCOVA umožnila odfiltrovat vliv proměnné pre test a prokázala, že mezi výsledky žáků jednotlivých skupin v post testech byly signifikantní rozdíly (Tab. 14 a Tab. 15).

Tab. 14: Výsledek ANCOVA testu pro post test 1 po odstranění vlivu proměnné pre test.

Z tabulky je patrné, že po odfiltrování vlivu pre testu je vidět, že mezi skupinami existuje signifikantní rozdíl ($p < 0,05$, zvýrazněno tučně) ve výši dosaženého počtu bodů v post testu 1. Učební metoda tedy měla vliv výši skóre.

	stupně volnosti	F-hodnota	p-hodnota
skupina	2	6,1985	0,004

Tab. 15: Výsledek ANCOVA testu pro post test 2 po odstranění vlivu proměnné pre test.

Z tabulky je zřejmé, že p-hodnota u skupiny značí, že mezi skupinami existuje signifikantní rozdíl. To znamená, že učební metoda měla vliv na výši skóre dosaženého v post testu 2.

	stupně volnosti	F-hodnota	p-hodnota
skupina	2	4,7202	0,013

V tabulce 16 a 17 jsou opět uvedené Tukeyovy post hoc testy, které jsem provedla, aby bylo možné rozlišit mezi kterými skupinami je významný rozdíl. Protože je vidět, že po odstranění vlivu pre testu vznikl signifikantní rozdíl i mezi žáky ze skupin M1 a M2, rozhodla jsem nechat skupiny M1 a M2 nesloučené, aby nedošlo při dalším testování ke zkreslení výsledků.

Tab. 16: Tukeyův post hoc test ANCOVY pro post test 1. Mezi skupinami P a M1, M1 a M2 je významný rozdíl ($p < 0,05$) v průměru skóre. Skupina M1 (seminář) se tedy signifikantně liší od obou zbylých skupin. Mezi skupinami P a M2 významný rozdíl není ($p > 0,05$).

	P	M1	M2
P		0,038	0,157
M1	0,038		0,001
M2	0,157	0,001	

Tab. 17: Tukeyův post hoc ANCOVY pro post test 2. Z tabulky je zřejmé, že skupina M2 (seminář) se signifikantně liší od obou zbylých skupin ($p < 0,05$). Žáci ze skupiny P a M2 se svými dosaženými průměry skóre z post testu 2 významně neliší.

	P	M1	M2
P		0,006	0,717
M1	0,006		0,002
M2	0,717	0,002	

Z post hoc testů tedy vyplynulo, že žáci skupiny M1 se po odfiltrování vlivu pre testu signifikantně liší od žáků obou zbylých skupin (P a M2) jak v post testu 1, tak v post testu 2. V obou testech dosáhli žáci ze semináře (M1) vyššího skóre. Mezi skupinou P a M2 nebyl

významný rozdíl ani u jednoho z post testů. Pokud se zaměříme pouze na skupiny P a M2 (klasické třídy) a skupinu M1 (přírodovědný seminář) vynecháme, pak vidíme, že žáci z těchto skupin v obou post testech dosáhli srovnatelných průměrů a není mezi nimi významný rozdíl ($p > 0,05$). Tyto výsledky podpořily nulovou hypotézu, že se efektivita těchto dvou učebních metod od sebe neliší, zamítám alternativní hypotézu, že žáci s modely budou mít lepší výsledky než žáci s počítači.

4.4.3. Analýza vlivu pohlaví na výši skóre v testech

Kromě učební metody, mohlo výši skóre také ovlivnit pohlaví žáka. Informaci o pohlaví žáka jsem získala z identifikační části znalostních testů (viz Příloha VI). Testovala jsem hypotézu, že výsledky znalostních testů budou lepší u dívek než u chlapců (průměrná skóre testů jsou uvedena výše v Tab. 7). Proto byl i tento faktor zahrnut do analýzy ANOVA hlavních efektů (viz výše Tab. 12). Tato analýza testovala vliv pohlaví na průměr počtu bodů ze znalostních testů. ANOVA hlavních efektů ukázala, že mezi výsledky dívek a chlapců není signifikantní rozdíl ($p > 0,05$) u žádného ze znalostních testů. Na základě těchto výsledků je má hypotéza vyvrácena a podpořena je hypotéza nulová H_0 , skupina dívek a skupina chlapců se mezi sebou výsledky ze znalostních testů neliší.

4.4.4. Analýza vlivu zaměření na výši skóre v testech

Ve výzkumu mne také zajímal další faktor a to případný vliv zaměření žáka na jeho skóre v testech (průměrná skóre v post testech jsou uvedena v Tab. 8). To, jak jsou zaměření, vyplňovali žáci jako odpověď na otázku 2 v identifikační části znalostních post testů (viz. Příloha VI). Testovala jsem hypotézu, že žáci s přírodovědným zaměřením budou mít lepší výsledky ze znalostních post testů, než žáci s jiným než přírodovědným zaměřením. Test ANOVA hlavních efektů (viz výše Tab. 13) ukázal, že zaměření žáka nemá vliv na výši dosaženého skóre ve znalostních testech. Z hodnoty průměrů obou skupin zaměření žáků vyplývá (Tab. 8), že žáci s přírodovědným zaměřením mají lepší výsledky ve znalostních testech než žáci s jiným než přírodovědným zaměřením, ale tento rozdíl není signifikantní. Na základě těchto výsledků jsem zamítla H_1 a přijala jsem H_0 .

4.5. Analýza a výsledky dotazníkového šetření učitelů

Kromě testování efektivity učební metody, vlivu pohlaví a žákova zaměření na učební proces žáků, jsem se zajímala i o učební praxi učitelů, přesněji pražských učitelů učících na gymnáziích biologii. K tomuto účelu jsem vytvořila elektronický dotazník (viz Příloha VIII), který jsem rozeslala 103 pražským učitelům na email. Emailové adresy jsem dostala z Katedry didaktiky a učitelství biologie na PřF UK. Celkový počet respondentů byl 61, ale u některých nebyly zaznamenány všechny odpovědi. Odpovědi na otázky 1 – 8 získané z dotazníku byly analyzovány jako četnosti. Otázka č. 4 byla navíc vyhodnocena testem nezávislosti chí-kvadrátem. U odpovědí 3, 7, 8 byla možnost zaškrtnout vícero odpovědí, pro je celkový počet odpovědí vyšší než počet respondentů.

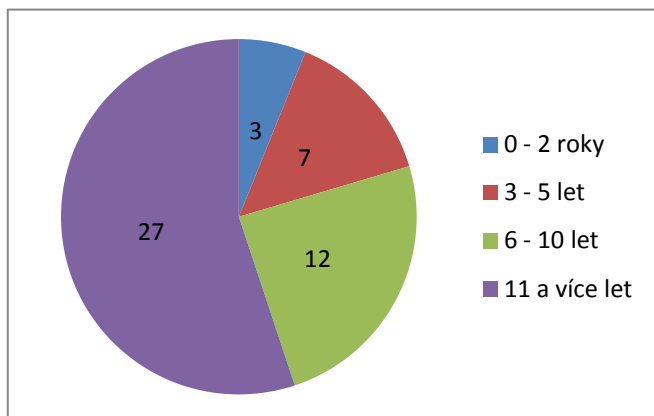
První otázkou jsem se chtěla dozvědět, na kterém typu SŠ učitel vyučuje. Většina dotázaných odpověděla, že učí na gymnáziu (52) a jen jeden učitel učil na SOŠ. Z celkového počtu 48 respondentů bylo 38 žen a 10 mužů. Aprobace dotazovaných učitelů byla různorodá, celkový počet odpovědí byl 54. Nejvíce učitelů mělo aprobaci biologie v kombinaci s chemií (19) a biologie v kombinaci s tělocvikem (12) (Tab. 18).

Tab. 18: Počet respondentů s danou aprobací. Je vidět, že nejvíce dotazovaných učitelů mělo aprobaci biologie-chemie. Dále pak biologie-tělocvik, biologie – matematika a biologie – zeměpis.

Aprobace učitele	počet respondentů
Bi-Ch	19
Bi-Tv	12
Bi-M	8
Bi-Z	8
Bi- ostatní	7

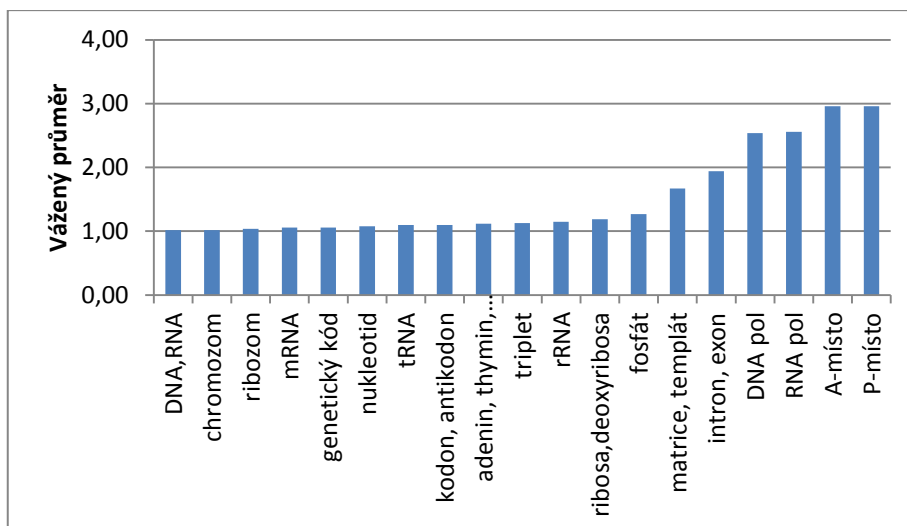
Další otázka se zabývala délkou praxe učitelů. Četnost odpovědí je v grafu 5. Z celkového počtu 49 odpovědí učila naprostá většina učitelů 11 let a více, 12 učitelů učilo 6-10 let,

7 respondentů vyučovalo 3-5 let a nejméně z dotazovaných (3) mělo nejkratší učební praxi, a to méně jak 2 roky.



Graf 5: Četnosti odpovědí respondentů na otázku 4: Jak dlouho se věnujete povolání učitele? Nejvíce z dotazovaných učitelů učí 11 let a déle. Naopak nejméně učitelů učí velmi krátce, tedy 0-2 roky.

Další otázka se zabývala důležitostí pojmů užívaných více či méně ve výuce učiva o DNA a přenosu genetické informace. U jednotlivých pojmů měli učitelé na pětibodové Likertově škále (1 - zcela souhlasí, 2 - spíše souhlasí, 3 - neví, 4 - spíše nesouhlasí, 5 - zcela nesouhlasí) označit svůj (ne)souhlas s tvrzením, že daný pojem je ve výuce tématu o DNA důležitý. Z odpovědí byl spočítán vážený průměr, jehož výsledek je v grafu 6. Pojmy gen, DNA a RNA, chromozom, ribozom, mRNA, genetický kód, nukleotid, tRNA, kodon a antikodon, názvy dusíkatých bází, triplet, rRNA, ribosa a deoxyribosa označila většina učitelů za velmi důležité. Naproti tomu pojmy A-místo a P-místo, DNA polymeráza, RNA polymeráza, intron a exon považují učitelé spíše za méně důležité pojmy.

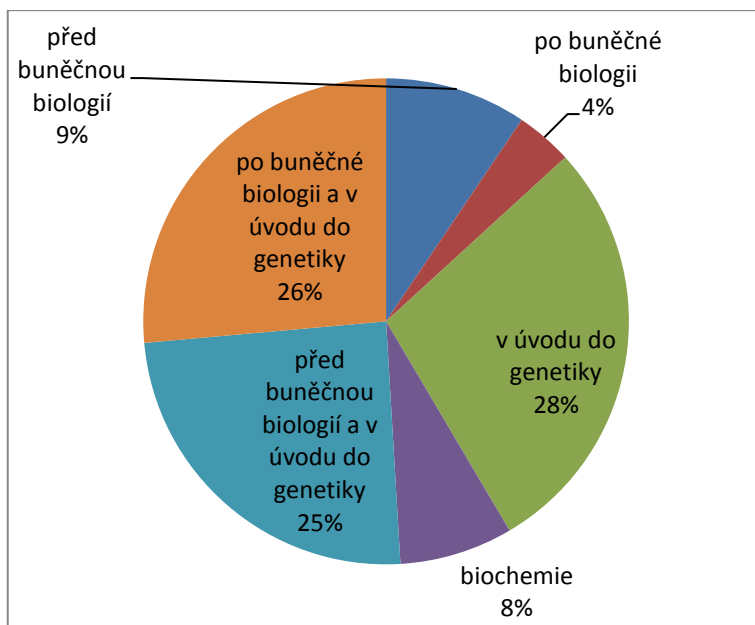


Graf 6: Důležitost pojmů v učivu o DNA a přenosu genetické informace podle učitelů.

Z grafu je vidět, že většina uvedených pojmů je pro většinu učitelů důležitá, protože vážený průměr jejich odpovědí se blíží k hodnotě 1 (velmi důležitý) a 2 (spíše důležitý). Další hodnoty znamenaly, že učitel pojem používá „jak kdy“ (3), dále že učitel spíše nesouhlasí (4) nebo že zcela nesouhlasí, že daný pojem je důležitý (5). Pojmy A-místo a P-místo, DNA a RNA polymeráza jsou pro učitele tedy spíše neutrální.

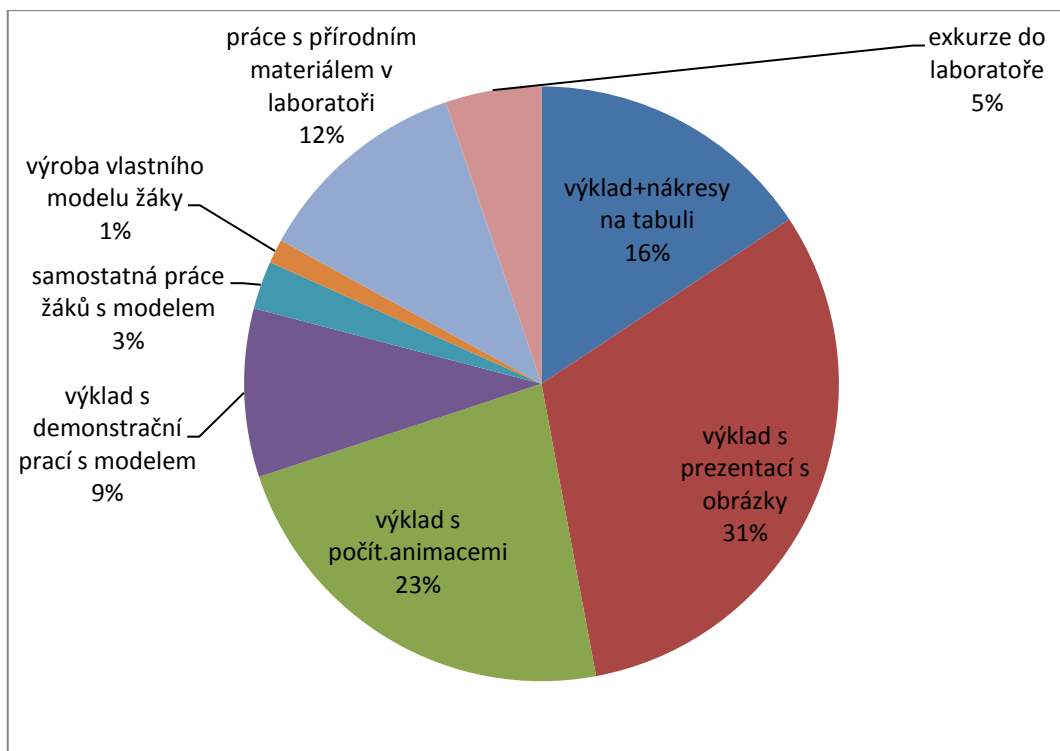
Dále mne zajímala literatura, kterou by učitel doporučil žákovi k samostudiu učiva molekulárních základů genetiky. Naprostá většina respondentů (30) z celkových 47 by doporučila učebnici od autora E. Kočárka Biologie pro gymnázia – Genetika (2003, Scientia), dále by někteří (7) odkázali žáky na Obecnou biologii pro gymnázia od Václava Kubišty (2000, Fortuna) a zbytek by doporučil své vlastní materiály (2), internet (2) nebo odborné publikace.

Další otázka se týkala umístění učiva o DNA do učiva biologie. V této otázce bylo možné zatrhnout více než jednu možnou odpověď, proto je odpovědí více než respondentů. Nejčastějšími odpověďmi bylo, že učitelé se molekulární biologii věnují pouze v úvodu do genetiky, a nebo ji kromě této oblasti začleňují ještě po probrání buněčné biologie. Vyhodnocení této otázky zobrazuje graf 7.



Graf 7: Četnosti odpovědí na otázku, kam učitel zařazuje učivo o DNA. Z odpovědí vyplynulo, většina učitelů řadí toto téma před genetiku, tj. do tzv. úvodu do genetiky. Další častou odpovědí bylo, že toto téma probírají učitelé jak po buněčné biologii, tak ještě v úvodu do genetiky. Kombinace zařazení před buněčnou biologii a před genetiku byla též často označovaná. Málo zastoupeno bylo zařazení do biochemie a po tématu buněčné biologie.

Poslední otázka měla zjistit, které metody výuky učitelé používají při výuce molekulární genetiky. V té otázce mohli učitelé označit více odpovědí, čehož využívali. Odpovědi jsem zpracovala formou četnosti dané metody. Nejpoužívanější je metoda výkladu s doprovodnou prezentací s obrázky (31%). Následuje výklad podpořený počítačovými animacemi (23 % odpovědí) a výklad s nákresem na tabuli (16 % odpovědí). Metoda práce s přírodním materiálem v laboratoři byla zastoupena 12 % všech odpovědí. Nejméně využívané metody byly výklad podpořený demonstrací na fyzickém modelu (9 % odpovědí), exkurze do laboratoře (5 % odpovědí), samostatná práce žáků s demonstračním modelem (3 % odpovědí) a nakonec výroba vlastního modelu žáky (1 % odpovědí). Metody teoretického charakteru dle odpovědí respondentů v tomto dotazníku byly více zastoupené než metody praktické. Celkový náhled na procentuální zastoupení jednotlivých metod z odpovědí tohoto dotazníku pro učitele je v grafu 8.



Graf 8: Procentuální zastoupení metod používaných ve výuce učiva o DNA. Z grafu je patrné, že nejvíce užívanou metodou je výklad za doprovodu počítačové prezentace s obrázky (31 % odpovědí), za ní následuje výklad s počítačovými animacemi (23 % odpovědí). Dominují tedy spíše teoretické metody. Naopak nejméně jsou zastoupeny praktické metody (práce žáků s demonstračním modelem, výroba vlastního modelu žáky).

Součástí výzkumu této práce byla také hypotéza, že učitelé s praxí delší než 11 let budou užívat spíše teoretické metody výuky než učitelé s praxí kratší než 11 let. Spočítala jsem tedy počet učitelů, kteří zahrli pouze teoretické metody výuky (výklad s prezentací a obrázky, výklad s nákresey na tabuli, výklad s počítačovými animacemi, výklad a demonstrace na modelu) a učitele, kteří zahrli alespoň nějakou praktickou metodu (samostatná práce žáků s modelem, exkurze do laboratoře, práce žáků v laboratoři s přírodním materiálem, výroba vlastního modelu žáky). Vznikly mi tak dvě skupiny učitelů: skupina učitelů používající spíše teoretické metody a skupina učitelů, kteří používají i praktické metody výuky tohoto tématu. Každou skupinu jsem ještě rozdělila na učitele s učební praxí kratší než 11 let a delší než 11 let. Poté jsem k otestování své hypotézy použila chí-kvadrát test nezávislosti a zpracovala jej v programu MS Excel (2007). Celkem na 8. otázku v dotazníku odpovědělo 49 učitelů (Tab. 19) Hodnota chí-kvadrát testu $\chi^2 = 0,1985$ je nižší než kritická hodnota chí-kvadrátu pro jeden stupeň volnosti a hladinu významnosti 0,05 $\chi^2 = 3,841$ (Chrásková, 2007), $p = 0,66$. Z toho vyplývá, že testovaná četnost odpovědí, kterou jsem získala z dotazníku, se neliší

od očekávané teoretické četnosti, a proto jsem zamítla hypotézu alternativní zmíněnou výše a přijala jsem hypotézu nulovou. Nebylo tedy prokázáno, že by užívání praktických a teoretických výukových metod záviselo na délce praxe učitele.

Tab. 19: Tabulka uspořádání skupin pro chí-kvadrát test. Z tabulky je patrné rozložení odpovědí učitelů z dotazníku a jejich počet. Odpověď „ANO, užívám praktické metody“ znamenala, že učitel označil alespoň jednu praktickou metodu. Pokud učitel neoznačil ani jednu praktickou metodu, byla jeho odpověď zařazena do „NE, nepoužívám praktické metody“.

	praxe 10 let a méně	praxe 11 let a déle	celkem
ANO, užívám praktické metody	10	14	24
NE, nepoužívám praktické metody	12	13	25
celkem	22	27	49

4.6. Analýza výsledků žákovských reflexí výuky

Po ukončení expozice učební látky a aplikaci výukových metod jsem žáky požádala o vyplnění krátkého reflexního dotazníku (viz Příloha IX). Reflexi jsem vytvořila v šablonách Google dokumentů. Žákům ze skupiny P jsem jej zaslala elektronicky a žákům ze skupiny M1 a M2 jsem jej rozdala v papírové podobě. Celkově reflexi vyplnilo 63 žáků, 20 ze skupiny P a 43 ze skupin M1 a M2.

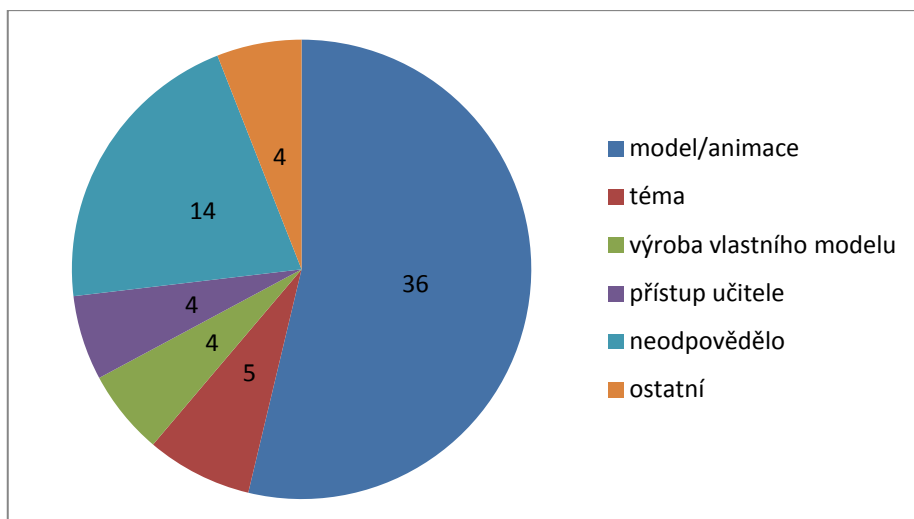
Dotazník zpětné vazby jsem vyhodnotila jako četnost odpovědí žáků. V první části jsem žádala žáky, aby mi za pomoci pětibodové Likertovy škály (1- zcela souhlasím, 2- spíše souhlasím, 3- nevím, 4- spíše nesouhlasím, 5- zcela nesouhlasím) vyjádřili svůj souhlas s tvrzením, že pro ně byla výuka přínosná, zábavná a názorná. Ohledně přínosnosti většina žáků spíše souhlasila, že pro ně byla výuka přínosná (35 odpovědí), 17 žáků nevědělo, pro 5 žáků byla výuka zcela určitě přínosná a pro 6 z nich spíš nepřínosná. Žádný z žáků nezvolil odpověď 5 – zcela nesouhlasím s tvrzením, že pro mne byla výuka přínosná. Co se týká zábavnosti expozice, pak se opět většina (40) žáků přiklonila názoru, že spíše souhlasí, že pro ně byla výuka zábavná, 7 z nich dokonce zcela souhlasili, 7 z žáků si nebylo jistých, pro 8 z nich byla výuka spíše nezábavná a jednomu studentovi nepřišla zábavná vůbec. Velmi

důležité pro můj výzkum bylo hledisko názornosti. V tomto ohledu se zdála být výuka zcela určitě názorná pro 26 žáků, spíše názorná pro 27 žáků, 9 žáků si nebylo svým dojmem jistých, pouze jednomu se zdála výuka být spíše nenázorná, ale nikomu určitě nenázorná. Shrnu-li tyto odpovědi (Tab. 20), pak většina z dotázaných žáků si myslí, že pro ně byla výuka přínosná, zábavná a názorná.

Tab. 20: Tabulka odpovědí žáků na tvrzení, že pro ně byla výuka přínosná, zábavná a názorná dle Likertovy škály. Tabulka zobrazuje zastoupení odpovědí žáků. Je patrné, že většina žáků spíše souhlasila, že výuka pro ně byla přínosná a zábavná. Kladně hodnotili zejména názornost výuky.

výuka/ odpověď	zcela souhlasím	spíše souhlasím	nevím	spíše nesouhlasím	zcela nesouhlasím
přínosná	5	35	17	6	0
zábavná	7	40	7	8	1
názorná	26	27	9	1	0

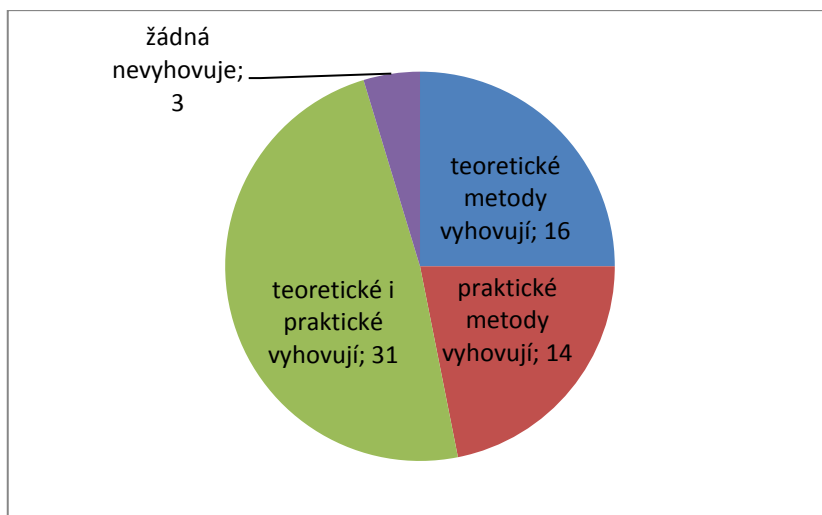
V druhé části reflexe jsem chtěla zjistit, co žáky na výuce nejvíce a nejméně zaujalo. Protože otázka byla otevřená, výčet odpovědí byl velmi různorodý. Rozdělila jsem je proto do tematických kategorií. Celkově většinu žáků zaujaly počítačové programy a animace nebo fyzický 3D model DNA (dle skupiny). Mezi dalšími odpověďmi bylo, že je zaujalo téma molekulární genetiky, přístup učitele nebo výroba vlastního modelu. Zbytek odpovědí se velmi lišil a zastoupení shodných odpovědí bylo velmi malé (kategorie „ostatní“) nebo žáci vůbec na tuto otázku neodpověděli (kategorie „neodpovědělo“). Výsledek zobrazuje graf 9.



Graf 9: Četnosti odpovědí žáků na otázku, co je na výuce nejvíce zaujalo. Na grafu je vidět, že nejvíce žáky zaujal fyzický 3D model nebo počítačové animace. Dále je také zaujalo samotné téma, přístup učitele nebo možnost výroby vlastního modelu. Velká část z dotázaných vůbec neodpověděla nebo byla jejich odpověď málo zastoupená (kategorie ostatní).

Z druhého úhlu pohledu, co studenty nejméně zaujalo, byl paradoxně také papírový model (5 odpovědí), náročnost učební látky (4 odpovědi), přesah do chemie (6 odpovědí) nebo rychlé tempo výuky (5 odpovědi). Zbytek odpovědí (41) se navzájem velmi lišil a zastoupení shodných odpovědí bylo velmi malé nebo žáci neodpověděli vůbec.

Poslední otázkou jsem se ptala žáků, které z metod jim nejvíce vyhovují. Odpovědělo celkově 64 žáků (Graf 10). Zhruba polovině nezáleží na tom, zda jsou vyučováni praktickými či teoretickými metodami, zhruba čtvrtina má raději teoretické metody a hrubá čtvrtina má naopak raději praktické metody výuky. Tři žáci se vyjádřili, že jim nevyhovují ani praktické ani teoretické styly výuky.



Graf 10: Graf četnosti preference výukových metod u žáků. Většina žáků má rádo oba styly výuky, zhruba čtvrtina žáků má rádo spíše teoretické metody a podobně je tomu tak u praktických učebních metod. Malé zastoupení mají i žáci, kterým nevyhovuje ani jeden způsob výuky.

5. Diskuse

V této kapitole se budu věnovat nejprve diskusi použité metodiky, protože získání kvalitních dat je prvořadé a má vliv na pozdější zpracování a předložení výsledků. Následně budu diskutovat interpretované výsledky výzkumu v porovnání s literaturou.

5.1. Diskuse metodiky

V každém výzkumu je důležité dodržet několik kritérií ohledně výzkumného vzorku. Pokud jsou žáci rozděleni do skupin, je důležité, aby byli rozděleni rovnoměrně, aby byli stejně staří, aby je učil jeden stejný učitel, aby navštěvovali stejnou školu a stejný obor studia. Tyto podmínky jsem se snažila co nejvíce dodržet, ale v některých částech uspořádání jsem musela od ideálního stavu upustit, abych sehnala dostatečný počet tříd.

Žáci navštěvovali tři různá pražská gymnázia. Žáci z Gymnázia Nad Alejí pocházeli z přírodovědného semináře, ostatní žáci patřili do klasických tříd. Všichni žáci studovali víceleté studium na daném gymnáziu (8-leté a 6-leté). Každá škola koncipuje učivo do ŠVP libovolně v rámci RVP. Proto jsem upřednostnila to, že žáci žádné skupiny neabsolvovali učivo o DNA a přenosu genetické informace dříve než v době intervence před tím, aby všichni žáci navštěvovali stejný ročník a byli stejně staří. Třída přírodovědného semináře měla dispozice se odlišovat od ostatních přístupů k učení, protože většina žáků byla přírodovědně zaměřena. Dále se teoreticky mohla lišit část skupiny M2 (jedna třída Arcibiskupského gymnázia), protože u ní z důvodu mé nemoci došlo k nahrazení mé osoby v roli učitele u části intervence.

Výuce v obou skupinách (P a M) byl věnován stejný čas, tedy 180 minut. Obsah učiva se nelišil. Výuka se lišila pouze použitím vyučovacích metod, žáci pracovali s počítači a počítačovými animacemi (skupina P), resp. s 3D fyzickými modely DNA a vyrobili si vlastní papírový model DNA (skupina M). Obdobně uspořádaný experiment uskutečnil Lowe (2003), který porovnával metody animace a kreslení nebo Yarden a Yarden (2009), kteří porovnávali ilustrace a animace. Podobně uspořádali své výzkumy i Marbach-Ad a kol., 2008; Rotbain a kol., 2008; Gunes, 2012; Lewalter, 2003). Kromě Lowe (2003) a Yarden a Yarden (2009) se všechny tyto výzkumné studie zaměřily na účinnost dané metody v porovnání s kontrolní skupinou, která byla vyučována tradičně (výklad, učebnice, tabule). Studie se v naprosté většině shodují, že experimentální skupina má lepší výsledky než kontrolní skupina. Naproti

tomu Lowe (2003) porovnával vliv animací a kreslení mezi sebou a ne vůči kontrolní skupině, stejně tak Yarden a Yarden (2009). Výsledky studie Lowe (2003), ukázaly, že v různých oblastech učiva se účinnost metod může měnit a výsledky se proto nedají tolik předpovídat. Yarden a Yarden (2009) prokázali, že ilustrace jsou horší ve vizualizaci procesů, jinak však mají stejnou efektivitu jako animace. Ve výsledku mezi těmito dvěma skupinami nebyl významný rozdíl (Yarden a Yarden, 2009). Proto jsem si pro svůj výzkum zvolila spíše toto uspořádání experimentu.

K ověření efektivitu způsobu výuky jsem použila sadu testů (pre test, post test 1, post test 2) a stejně jako ve studii Veselinovska a kol. (2011) bylo zadání všech testů stejné. K získání dalších informací a postojů jsem vytvořila dva dotazníky (pro učitele a pro žáky účastníci se experimentu). Testy, dotazníky i reflexe byly anonymní. Aby bylo možné data použít ke statistickému zpracování, bylo důležité mít od žáka všechny tři testy. Žáci měli k identifikaci označit test svým datem narození, popřípadě značkou. I tak docházelo k tomu, že žáci své značky zapomínali, i když byli upozorněni, že musí použít stejné označení i na další testy, aby bylo možné je spárovat. Tento problém by se dal vyřešit tak, že by před zahájením experimentu žáci své značky zapsali na jeden seznam, který by se zapečetil a otevřel by se v případě, že žák svůj kód zapomněl.

K ověření dlouhodobého efektu vyučovací metody se používají dva post testy. První post test jsem použila jeden týden po intervenci (post test 1) a druhý 6-7 týdnů po intervenci, tzn. 30 – 40 dní po zadání post testu 1. Podobně postupovaly i Veselinovska a kol. (2011), když zadaly post test 1 ihned po intervenci a post test 2 třicet dní po intervenci. Vzhledem k omezenému časovému rozvržení, které jsem dostala k vlastní intervenci (180 minut), jsem post test 1 zadala až v následujícím týdnu (u skupin P a M1). U skupiny M2 došlo k zadání post testu 1 až v pátém týdnu po experimentu. Důvodem byly akce školy před Vánocemi a poté samotné vánoční prázdniny. Akce před vánočními prázdninami byly neplánované, tudíž se nedalo předpokládat, že post test 1 nebude moci být zadán plánovaně následující týden po ukončení experimentu.

Vzhledem k tomu, že všechny testy byly stejné, je možné, že mohlo dojít u některých žáků k zapamatování otázek. Datum zadávání testů nebylo ohlášené ani testy nebyly hodnocené známkou. Žákům jsem správné odpovědi neřekla. Nepředpokládala jsem proto, že by si žáci správné odpovědi předem vyhledali a mohli tak ovlivnit výsledky průměrného skóre své skupiny.

5.2. Diskuse výsledků

Učivo o DNA a přenos genetické informace je pro žáky velmi náročné a těžko představitelné téma, protože většina pojmů a procesů se odehrává na molekulární úrovni (Venville a Donovan, 2006; Venville a Donovan, 2005). Je proto velmi důležité, aby toto učivo bylo vyučováno metodou, která je schopná vizualizovat molekuly a procesy a usnadnit tak žákům jejich pochopení. Výzkumný vzorek, na který jsem použila parametrické statistické metody, abych případný statisticky významný vliv některého z faktorů, byl početně malý. Je možné, že některé rozdíly či vlivy faktorů, které mi nevyšly signifikantní, by tak vyšly, kdyby byl vzorek žáků početnější (Goodhue a kol., 2006; Lindgren a kol., 2013).

Výsledky této práce ukázaly, že obě vyučovací metody jsou z pohledu nově osvojených znalostí stejně efektivní (po vynechání M1 skupiny – přírodovědný seminář, viz níže). Většinu žáků, kteří pracovali s počítači, zaujaly pohybující se molekuly, což potvrzuje i Dabrowiak a kol., (2000) a animace jim pomohly porozumět procesům přenosu, což je ve shodě se studiemi Lewalter (2003) nebo Yarden a Yarden (2009). Žáci, kteří pracovali s fyzickými 3D modely, se naopak ve většině shodli na tom, že se jim práce s modelem DNA a vytváření vlastního modelu DNA líbila a zaujala je, na což poukazují svými výzkumy i Malacinski a Zell (1996) nebo Byrd (2000).

Na učební proces žáků mohly mít vliv i další faktory. V této práci jsem zkoumala vliv pohlaví na výši skóre ve znalostních testech. Vyšlo mi, že pohlaví vliv na míru osvojených znalostí nemá, což je ve shodě např. s výzkumem PISA (2012) nebo s Prokop a kol. (2007). Oproti tomu výzkumy TIMSS (2011) a Baram-Tsabari a Yarden (2011) tvrdí, že dívky jsou v biologii a chemii lepší než chlapci.

Dalším zkoumaným vlivem bylo zaměření žáků. Statistická analýza dat ukázala, že tato proměnná nemá signifikantní vliv na výši dosaženého skóre ve znalostních testech. Nicméně žáci s přírodovědným zaměřením měli lepší výsledky ze znalostních testů než žáci s nepřírodovědným zaměřením. Navíc žáci biologického semináře, kteří projevíli své zaměření volbou semináře, dosáhli signifikantně lepších výsledků v post testech, než žáci zbylých skupin, což je ve shodě s Wiensburgh (1995), který došel k závěru, že zaměření žáků má na jejich výsledky v dané oblasti pozitivní vliv.

Žáci, kteří byli zařazeni do skupiny M1, pocházeli ze třídy přírodovědného semináře. Učitelka s uspořádáním experimentu souhlasila a nechala celý průběh intervence v mé režii. Zaměření

žáků bylo přírodovědné, a i když se s výukou učiva o přenosu genetické informace a stavbě nukleových kyselin nikdy před tím nesetkali, jejich zájem o přírodní vědy ovlivnil jejich výsledky ve znalostních testech. Žáci ve výuce dobře spolupracovali a měli zájem o další znalosti z tohoto okruhu vědy. To je opět ve shodě s Wiensburgh (1995).

Žáci zařazení do skupiny P byli z celého vzorku nejmladší a jejich zaměření bylo většinou humanitní. Vyučující těchto žáků jsem byla já osobně, ale učila jsem je před tím necelé dva měsíce. Žáci na mně zatím nebyli navyklí, i když je pravdou, že měli ke mně bližší vztah než žáci z ostatních skupin (M1 a M2). Tento vztah mohl mít vliv na jejich výsledky z jejich znalostních testů.

Do skupiny M2 patřili žáci, jejichž výuka biologie probíhala v pátek odpoledne (cca od 14 do 17 hodin). I to mohlo mít vliv na jejich výsledky, žáci byli nesoustředění, unavení a demotivovaní. Učivo, které jsem si vybrala k aplikaci metod je velmi těžké na myšlenkové zpracování (Venville a Donovan, 2005) a žákům se zdála výuka velmi náročná. Žáci z této skupiny často v reflexním dotazníku na otázku, co se jim nejméně líbilo, odpovídali, že učivo bylo těžké a že v něm bylo moc chemie. Dalším negativem bylo, že druhou část intervence jsem byla nemocná a mluvení mne velmi zmáhalo. První třídu jsem odučila sama, ale druhou třídu za mne musel odučit vyučující. Zkreslujícím faktorem u této skupiny mohlo být i posunutí post testu 1 o čtyři týdny později než bylo původně v plánu. Všechny tyto skutečnosti mohly ovlivnit výsledné skóre ve znalostních testech žáků skupiny M2.

Dalším faktorem, který mohl mít vliv na výši dosaženého skóre v testech, ale který nebyl zkoumán, byl vztah k učiteli. Osobnost učitele může mít na postoj žáka k učebnímu procesu velký vliv (Prokop a kol., 2007; Chetty a kol., 2011). Žáky jsem až na jednu výjimku (z důvodu nemoci) vyučovala učivo o DNA sama. Jakožto cizí osoba, na kterou žáci nejsou zvyklí, jsem mohla jejich motivaci a přístup k učivu ovlivnit.

Učitelé přírodních věd na pražských gymnáziích většinou používají k výuce učiva o DNA a přenosu genetické informace metodu výkladu za podpory počítačové prezentace s obrázky. To může být způsobeno nejistotou starších učitelů, kteří nemají aktuální znalosti z této vědní oblasti (Fernández-Novell a kol., 2004) nebo nejistotou mladých učitelů, kteří ještě nezískali potřebné profesionální sebevědomí. Z výsledků vyplynulo, že nezáleží na délce praxe učitele či věku učitele ohledně toho, jaké si vybírá metody výuky. Dle Fernández- Novell a kol. (2004) právě učitelé ve věku 32-62 let žádali kurzy zaměřené na laboratorní práci s DNA,

proteiny, atd. Studie se však nezabývala dalšími možnými praktickými metodami výuky v oblasti molekulární genetiky.

Z četnosti odpovědí reflexního dotazníku je evidentní, že žáci zařazování praktické a samostatné činnosti do výuky hodnotí pozitivně a zvyšuje to jejich zájem o předmět, což potvrzují i četné studie (Prokop a kol., 2007, Malacinski a Zell, 1996; Byrd, 2000; Dabrowiak a kol., 2000) a výsledky používání praktických metod jsou vidět i ve zvýšení míry osvojených znalostí žáků (Killerman, 1998; Lewalter, 2003; Rotbain a kol., 2008). Většina žáků se také shodla na tom, že výuka pomocí počítačových programů a animací a fyzických 3D modelů pro ně byla názorná a přínosná, což potvrzují ve svých studiích i Malacinski a Zell, (1996), Gunes (2012), Lewalter (2003), Rotbain a kol. (2008) nebo Byrd (2000).

6. Závěr

Ve své diplomové práci jsem zkoumala vliv dvou různých vyučovacích metod na míru osvojených znalostí u žáků. Výzkumu se účastnily dvě třídy 1. ročníku šestiletého gymnázia, dvě třídy sedmého ročníku osmiletého gymnázia a jedna třída přírodovědného semináře předmaturitního ročníku. Ze vzorku 115 žáků jich bylo ke statistickému zpracování vybráno pouze 54, protože od ostatních nebyla sebrána kompletní data.

Před intervencí z výsledku pre testu vyšlo najevo, že skupiny nejsou na stejné znalostní úrovni. Proto byl během testování některých hypotéz odstraněn vliv pre testu na výsledky post testů, které byly zadány několik týdnů po intervenci. Ukázalo se, že obě vyučovací metody (výuka s pomocí počítačů vs. 3D fyzických modelů) jsou srovnatelně účinné. Signifikantně lepších výsledků dosahovali žáci biologické semináře, což je možné vysvětlit tím, že žáci s přírodovědným zaměřením získali o něco vyšší skóre ve znalostních testech než žáci jinak zaměřeni (viz dále). Ve všech skupinách došlo k signifikantnímu zlepšení ve výsledcích post testu 1. Měření znalostí po delším časovém odstupu se zjistilo, že žáci ve všech skupinách zapomínali velmi málo a ve skupině M1 (3D modely) se jejich průměrné skóre ještě zvýšilo. Pokles znalostí mezi post testem 1 a 2 nebyl u žádné skupiny statisticky významný.

Dále bylo zjištěno, že pohlaví na výši skóre dosaženého ve znalostních testech nemělo signifikantní vliv. Výše bodového skóre bylo u dívek i chlapců srovnatelné ve všech třech testech.

Dalším faktorem, u kterého byl zkoumán případný vliv na dosažené skóre, bylo zaměření žáka. U všech tří testů vyšlo, že pokud je žák přírodovědně zaměřen, má sice lepší výsledky než žák, který přírodovědně zaměřen není, ale ne signifikantně.

Cíle práce, které jsem si na začátku stanovila, jsem splnila. Vznikl výukový materiál (pracovní listy, přípravy na vyučovací hodiny, výukové prezentace, test), který byl následně ve výuce prakticky ověřen. Získala jsem od žáků zpětnou vazbu prostřednictvím vytvořeného reflexního dotazníku. Porovnála jsem efektivitu aplikovaných učebních metod. Zanalyzovala jsem informace od učitelů získané pomocí elektronického dotazníku.

První hypotéza, která byla stanovena před výzkumem, že výuka s reálnými modely DNA bude efektivnější než výuka podpořená počítačovými programy a animacemi, byla vyvrácena.

Žáci ze skupiny P a M2, které byly srovnatelné, dosáhli srovnatelných výsledků ze znalostních testů.

Druhá hypotéza, že výsledky znalostních post testů u dívek budou lepší než výsledky chlapců, byla také vyvrácena. Mezi výsledky chlapců a dívek nebyly signifikantní rozdíly.

Třetí hypotéza, že žáci přírodovědného zaměření budou mít lepší výsledky ze znalostních testů než žáci s jiným zaměřením, byla mými daty vyvrácena. Žáci, jejichž zaměření bylo přírodovědné, dosáhli sice vyššího skóre ze znalostních testů než žáci s nepřírodovědným zaměřením, ale nikoliv signifikantně.

Poslední hypotéza, že učitelé s praxí delší než 11 let budou užívat spíše teoretické metody výuky než učitelé s praxí kratší než 11 let, byla vyvrácena. Ukázalo se, že mezi učiteli, kteří mají kratší praxi než 11 let a učiteli, kteří mají praxi delší než 11 let, není rozdíl v tom, zda používají spíše teoretické či spíše praktické výukové metody.

7. Seznam použité literatury

- Baram-Tsabari A, Yarden A. 2011.** Quantifying the gender gap in science interests. *International Journal of Science and Mathematic Education*. 9: 523-550
- Barak M, Hussein-Farraj R. 2013.** Integrating model-based learning and animation for enhancing students' understanding of proteins structure and fiction. *Research In Science Education*. 43: 619-636.
- Benešová M a kol. 2003.** *Odmaturuj z biologie*. Didaktis.Praha
- Byrd JJ. 2000.** Teaching outsider the (cereal) box: A molecular genetics activity. *The American Biology Teacher*. 62: 508-511.
- Chetty R, Friedman JN, Rockoff JE. 2011.** The long-term impacts of teachers: Teacher value-added and student outcomes in adulthood. *NBER Working Paper No.* 17699.
- Chráska M. 2007.** *Metody pedagogického výzkumu*. Grada. str. 69-82, 99-101, 129-141.
- Dabrowiak JC, Hatala PJ, McPike MP, Mark P. 2000.** A molecular modeling program for teaching structural biochemistry. *Journal of Chemical Education*. 77: 397-400.
- Donovan J, Venville G. 2005.** A concrete model for teaching about genes and DNA to young students. *Teaching Science*. 51: 29-31.
- Fernández-Novell JM, Cid E, Gomis R, Barbera A, Guinovart JJ. 2004.** A biochemistry and molecular biology course for secondary school teachers. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 32: 378-380.
- Franke G, Bogner FX. 2011.** Cognitive influences of students' alternative conceptions within a hands-on gene technology module. *The Journal of Educational Research*. 104: 158-170.
- Gelbart B, Brill G, Yarden A. 2009.** The impact of a web-based research simulation in bioinformatics on students' understandings of genetics. *Research in Science Education*. 39: 725-751.
- Goldenberg LB. 2011.** What students really want in science class. *The Science Teacher*. 78. 52-55.

- Goodhue D, Lewis W, Thompson R. 2006.** PLS, small sample size, and statistical power in MIS research. *Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Gregory E, Ellis JP, Orenstein AN. 2011.** A proposal of a minimal topic set in introductory biology courses for majors. *The American Biology Teachers*. 73. 16-21.
- Gunes MH. 2012.** Origami technique in the teaching of nucleic acids. *Education and Educational Research*. 43: 222-233
- Hong JL, Shim KCh, Chang NK. 1998.** A study of Korean middle school students' interests in biology and their implications for biology education. *International of Science Education*. 20: 989-999.
- Jones MG, Howe A, Rua MJ. 2000.** Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*. 84: 180-192.
- Kekule M, Žák V. 2010.** Selected attitudes of students in physics at school in the Czech Republic. *Scientia in Educatione*. 1: 51-71.
- Killerman W. 1998.** Research into biology teaching methods. *Journal of Biological Education*. 33: 4-9.
- Kočárek E. 2003.** *Biologie pro gymnázia. Genetika*. Scientia. Praha
- Kubiatko M. 2011.** Bez prírodopisu to nejde alebo ako ho vnímajú žiaci základných škôl. *Studia pedagogica*. 16: 75-88.
- Kubišta V. 2000.** *Obecná biologie pro gymnázia*. Fortuna. Praha
- Lindgren LD, Gakidou E, Flaxman A, Wang H. 2013.** Error and bias under - 5 mortality estimates derived from birth histories with small sample sizes. *Population health metrics*. 11: 1-17
- Lewalter D. 2003.** A cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals. *Learning and Instruction*. 13: 177-189.
- Lewis J, Wood-Robinson C. 2000.** Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education*. 22. 177-195.

- Malacinski GM, Zell PW. 1996.** Manipulating the „invisible“: Learning molecular biology using inexpensive models. *The American Biology Teacher*. 58: 428-432.
- Maňák J, Švec V. 2003.** *Výukové metody*. Paido: Brno. str. 53-103, 186-191.
- Marbach-Ad G. 2001.** Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education*. 35: 183-189.
- Marbach-Ad G, Rotbain Y, Stavy R. 2008.** Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*. 45: 273-292.
- PISA. 2012.** [online] Dostupné z: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf> [5.7.2014]
- Prokop P, Prokop M, Tunnicliffe SD. 2007.** Is biology boring, Students' attitude toward biology. *Journal of Biological Education*. 42: 36-39.
- Prokop P, Tuncer G, Chudá J. 2007.** Slovakian students' attitudes toward biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technological Education*. 3: 287-295.
- Ridley M. 1999.** *Genome: The autobiography of a species in 23 chapters*. London. Ex: Venville G, Donovan J. 2006. Analogies for life: a subjective view of analogies and metaphors about genes and DNA. *Teaching science*. 52: 18-22.
- Scharfenberg FJ, Bogner FX. 2011.** A new two-step approach for hands-on teaching of gene technology: Effects on students' activities during experimentation in an outreach gene technology lab. *Research in Science Education*. 41: 505-523.
- Scharfenberg FJ, Bogner FX. 2013.** Teaching gene technology in an outreach lab: Students' assigned cognitive load clusters and the clusters relationship to learner characteristics, laboratory variables, and cognitive achievement. *Research in Science Education*. 43: 141-161.
- Skutil M. 2011.** Základy pedagogicko-psychologického výzkumu pro studenty učitelství. In: Žumárová M. *Základní přístupy ke zkoumání*. Portál. Praha. str. 57-69.
- Srinivasan. 1998.** Exploring the limitations of „DNA as a videotape“ analogy. *Journal of Biological Education*. 33: 42-44.

Šmejkal P, Čtrnáctová H, Tintěrová M, Martínek V, Urválková E. Motivační prvky ve výuce středoškolské chemie. [online] Dostupné z:

<http://archiv.otevrena-veda.cz/users/Image/default/C1Kurzy/Chemie/26smejkal.pdf>
[cit.19.6.2014]

ŠVP Arcibiskupské gymnázium. [online] Dostupné z:

<http://www.arcig.cz/download/svp/osnovy.pdf> [22.6.2014]

ŠVP Gymnázium Čakovice. [online] Dostupné z:

<http://www.gymcak.cz/var/fileshare/pdf/%C5%A1vp1.pdf> [14.4.2014]

ŠVP Gymnázium Opatov. [online] Dostupné z:

http://www.gymnazium-opatov.cz/images/stories/dokumenty/1_svp_go.pdf [14.4.2014]

TIMSS. 2011. [online] Dostupné z:

http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/downloads/T11_IR_S_Chapter1.pdf

http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/downloads/T11_IR_S_Chapter3.pdf [5.7.2014]

Tytler R. 2007. Re – imaging science education: Engaging students in science for Australia's future. *Australian Educational Review*.

Urbánek P. 2003. Klima učitelských sborů ZŠ: Empirická zjištění [online] Dostupné z:

<http://www.kpg.zcu.cz/capv/HTML/105/105.pdf> [9.8.2014]

Urbánek T. 2007. K prezentaci výsledků statistických analýz - 1. část. *Československá psychologie*. roč. 51: 601 -609. Ex: **Martínková A. 2013.** Adaptace a sociální opora na krátkodobých zahraničních pobytech. Brno.

Vališová a kol. 2011. Pedagogika pro učitele. In: Vališová A, Valenta J. *Metody vyučování a jejich modernizace*. Grada: Praha. str. 191-207.

Venville G, Donovan J. 2006. Analogies for life: a subjective view of analogies and metaphores used to teach about genes and DNA. *Teaching Science*. 52: 18-22.

Venville G, Donovan J. 2005. Searching for clarity to teach the complexity of the gene concept. *Teaching Science*. 51: 20-24.

Venville G, Gribble SJ, Donovan J. 2005. An exploration of young children's understandings of genetics concepts from ontological and epistemological perspectives. *Science education*. 89: 614-633.

Venville G, Donovan J. 2007. Developing Year 2 Students' theory of biology with concepts of the gene and DNA. *International Journal of Science Education*. 29: 1111-1131.

Veselinovska SS, Gudeva LK, Djokic M. 2011. The effect of teaching methods on cognitive achievement in biology studying. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 15: 2521-2527.

vydavatelstvi. vscht. 2014. [online] Dostupné z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-80-7080-569-2/pdf/171.pdf [3.7.2014]

Watson JD, Crick FHC. 1953. Molecular structure of nucleic acid. *Nature*. 171: 737- 738.

Weinburgh M. 1995. Gender differences in students' attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970-1991. *Journal of Research in Science Teaching*. 32: 378-398.

Woody S, Himmelblau E. 2013. Understanding and teaching genetics using analogies. *American Biology Teacher*. 75: 664-669.

Yarden H, Yarden A. 2010. Learning using dynamic and static visualization: Students' comprehension, prior knowledge and conceptual status of biotechnological methods. *Research in Science Education*. 40: 375-402.

Zormanová L. 2012. *Výukové metody v pedagogice*. Grada. Praha. str. 40-55.

Žoldošová K, Prokop P. 2006. Education in the field influences children's ideas and interest toward science. *Journal of Science Education and Technology*. 15: 304-313.

Použitý software:

Viewer Lite 5.0

ChemSketch freeware verze 12.01

MS Power point

MS Excel 2007

STATISTICA 6.0

Java 7 (update 55)

Internetové adresy aplikací, animací a videí

Adresa návodu na výrobu papírového modelu DNA, staženo dne 12.9.2013

<https://www.youtube.com/watch?v=IN3tBkk8UjQ>

Adresa aplikace k procvičení komplementarity bází, staženo dne 28.8.2013

<http://chemmac1.usc.edu/java/bases/basepairs.html>

Adresa animace replikace, staženo dne 3.9.2013

<https://www.youtube.com/watch?v=DGGlhfe7YZg>,

https://www.youtube.com/watch?v=_88d9GufML0

Adresa animace „From DNA to protein“ proteosyntéza, staženo dne 5.9.2013

<http://www.yourgenome.org/downloads/animations>.

8. Přílohy

8.1. Příloha I – Didaktická příprava výuky skupiny P

Vyučovací cíle:

- žák popíše stavbu NK
- žák uvede rozdíly ve stavbě a funkci DNA a RNA
- uvede typy RNA a jejich význam
- vysvětlí princip replikace, transkripce a translace
- objasní funkci ribozómu a chromozómu

Vyučovací čas: 4 vyučovací hodiny (4x45 minut)

Didaktické pomůcky: tablety nebo notebooky s operačními systémy Windows, programy ViewerLite 5.0, ChemsSketch 12.01 freeware, Java 7, připojení k internetu, powerpointová prezentace, počítač, dataprojektor, pracovní listy, reflexní dotazník

- v pracovním listu se pracuje dle časového plnění v průběhu vyučování, na začátku nebo na konci hodiny za účelem zopakování probrané látky (popř. v domácí přípravě, ale to jen v krajním případě)

VYUČOVACÍ BLOK 1: ÚVOD, NOVÉ POJMY

1. Opakování

funkce organel eukaryotické buňky (jádro, mitochondrie, ribozomy, plastid, vakuola, membrána, buněčná stěna,...)

chromatin (tajenka cv.1 PL) – uvedení do kontextu buněčného dělení (10 min)

metoda: kladení otázek, PL (1)

2. Expozice nové látky

vysvětlení základních pojmů: DNA, RNA, mRNA, tRNA, rRNA, nukleotid (fosfát, sacharid, báze), dusíkaté báze, komplementarita bází, primární a sekundární struktura NK

metoda: výklad za pomoci použití obrázků v prezentaci a aplikace

<http://chemmac1.usc.edu/java/bases/basepairs.html>, kladení otázek

(25 min)

3. Souhrn a zopakování nové látky

metoda: žáci si procvičí komplementaritu bází

<http://chemmac1.usc.edu/java/bases/basepairs.html>, PL(2,3)

(10 min)

VYUČOVACÍ BLOK 2: Struktura DNA a RNA

1. Opakování pojmů DNA, RNA, mRNA, tRNA, rRNA, nukleotid (fosfát, sacharid, báze), komplementarita bází, primární a sekundární struktura NK, chromozomy, chromatin

metoda: kladení otázek, PL (6)

(10 min)

2. Expozice nové látky

struktura dvoušroubovice DNA (páteř tvořená propojením fosfátu a monosacharidu deoxyribosy; propojení dvou paralelních vláken pomocí komplementarity dusíkatých bází a vodíkových vazeb, kondenzace DNA pomocí histonů – chromozomy, chromatin)

struktura RNA: analogicky jako DNA, poukázání na rozdíly v komplementaritě bází, na strukturu primární a sekundární, existence různých typů RNA (mRNA, tRNA, rRNA) a jejich funkce

(20 min)

metoda: kladení otázek žákům za pomoci obrázků v prezentaci, žáci pracují s DNA v programu Viewer Lite 5.0 (prohlížení struktury z různých úhlů, rozpojení dvou vláken, označení dusíkaté báze a její polohy v dvoušroubovice)

3. Zopakování stavby NK a určení rozdílů ve stavbě a funkci

metoda: samostatná práce žáků s programem ChemSketch freeware 12.01 (žáci poskládají dvě patra DNA), kladení otázek (15 min)

VYUČOVACÍ BLOK 3: Replikace

1. Zopakování buněčného dělení, buněčného cyklu

metoda: kladení otázek, samostatná práce žáků s internetem (žák najde takové obrázky DNA a RNA, kde budou vidět odlišnosti obou NK) (10 min)

2. Expozice nové látky

výklad procesu replikace, enzymy, rozdíly u prokaryot a eukaryot

výklad významu DNA jako „uchovávače“ genetické informace a zdůraznění přenosu z původní buňky do buněk dceřiných

metoda: výklad s pomocí obrázků v prezentaci, animace replikace

<https://www.youtube.com/watch?v=DGGIhfe7YZg>

https://www.youtube.com/watch?v=_88d9GufML0 (25 min)

3. Zopakování nově exponované látky i z předchozí hodiny

metoda: práce v pracovním listě (4,5), kladení otázek

(10 min)

VYUČOVACÍ BLOK 4: Transkripce, translace

1. Zopakování stavby DNA a RNA, funkcí podtypů RNA, komplementarity, nukleotidy

metoda: pracovní list (7) a kladení otázek

(5 min)

2. Expozice nové látky

výklad pojmu genetický kód: 4 typy nukleotidů, triplet, kodon, antikodon, degenerace a univerzálnost gen. kódu

princip přenosu genetické informace: procesy transkripce a translace (rozlišení obou procesů, úloha mRNA, tRNA, rRNA, malá a velká podjednotka ribozómu, esenciální aminokyseliny, peptidový řetězec, peptidová vazba, exony, introny, gen, iniciační a terminační kodony)

metoda: výklad za pomoci obrázků v prezentaci, počítačové animace transkripce a translace

<http://www.yourgenome.org/downloads/animations.shtml>

(25 min)

3. Zopakování důležitých bodů v průběhu transkripce a translace

metoda: práce v pracovním listě (8), žáci danou počítačovou animaci sami komentují, žáci za pomoci programu Viewer Lite sami popíší strukturu DNA a porovnají ji s RNA, PL (9,10)

(15 min)

8.2. Příloha II – Didaktická příprava výuky skupiny M

vyučovací čas: 4 vyučovací hodiny (2 x 90 minut)

metody: kladení otázek, výklad za pomoci demonstrace na fyzickém 3D modelu a na obrázcích v promítaných v prezentaci, samostatná práce v pracovním listu, samostatná práce žáků při výrobě vlastního modelu DNA

organizační forma: frontální výuka (při výkladu), práce ve skupině (2 x 3D model)

didaktické pomůcky: počítač, dataprojektor, power point prezentace, 2x 3D model DNA, tvrdý papír, černé fixy, nůžky, role z papírových utěrek, oboustranná lepicí páska, pravítko (30 cm), pracovní listy, reflexní dotazník

Vyučovací cíle:

- žák popíše stavbu NK
- žák uvede rozdíly ve stavbě a funkci DNA a RNA
- uvede typy RNA a jejich význam
- vysvětlí princip replikace, transkripce a translace
- objasní funkci ribozómu a chromozómu

VYUČOVACÍ BLOK 1: Úvod, nové pojmy, struktura DNA

Průběh

1. Opakování buňky eukaryotické a prokaryotické, buněčných organel, jejich funkce

(kladení otázek, práce v PL – úkol 1)

(15 minut)

2. Expozice základních pojmů:

- DNA, RNA, mRNA, tRNA, rRNA, nukleotid (fosfát, sacharid, báze), dusíkaté báze, komplementarita bází, primární a sekundární struktura NK.
- Struktura dvoušroubovice DNA (páteř tvořená propojením fosfátu a monosacharidu deoxyribosy; propojení dvou paralelních vláken pomocí

komplementarity dusíkatých bází a vodíkových vazeb, kondenzace DNA
pomocí histonů – chromozomy, chromatin) (25 minut)

3. Práce ve 2 skupinkách s komerčními modely

- Každý žák ukáže, co je to nukleotid.
- Žáci ze skupinky popíší stavbu nukleotidu.
- Žáci ukážou na modelu vodíkové vazby.
- Žáci popíší, proč lze spojit k sobě jen některé báze.
- Žáci sami sestaví 4-5 pater DNA.

(20 minut)

4. Expozice nové látky

- Struktura RNA: analogicky jako DNA, poukázání na rozdíly v komplementaritě bází, na strukturu primární a sekundární, existence různých typů RNA (mRNA, tRNA, rRNA) a jejich funkce.

(15 minut)

5. Opakování – samostatná práce v pracovním listě (úkoly 2,3,6), kontrola správnosti

(15 minut)

6. Zadání domácí práce – úkoly 4,5 v PL (pokud zbude čas, tak vypracovat ještě v hodině)

VYUČOVACÍ BLOK 2: Replikace, transkripce, translace

1. opakování předchozí látky – kontrola PL

(3 minuty)

2. zopakování stručně principu buněčného dělení a buněčný cyklus

- výklad pomocí obrázků v prezentaci

(5 minut)

3. Expozice nové látky

- výklad procesu replikace, enzymy, rozdíly u prokaryot a eukaryot
- výklad významu DNA jako „uchovávače“ genetické informace a zdůraznění přenosu z původní buňky do buněk dceřiných

- princip přenosu genetické informace: procesy transkripce a translace (rozlišení obou procesů, úloha mRNA, tRNA, rRNA, malá a velká podjednotka ribozómu, esenciální aminokyseliny, peptidový řetězec, peptidová vazba, exony, introny, gen, iniciační a terminační kodony)
- upevnění nové látky – práce v pracovním listě (úkoly 7,8 po transkripci)
- výklad pojmu genetický kód: 4 typy nukleotidů, triplet, kodon, antikodon, degenerace a univerzálnost genetického kódu

(25 minut výklad a 10 min.
práce v PL)

4. opakování nové látky – společná práce v pracovním listě

(15 minut)

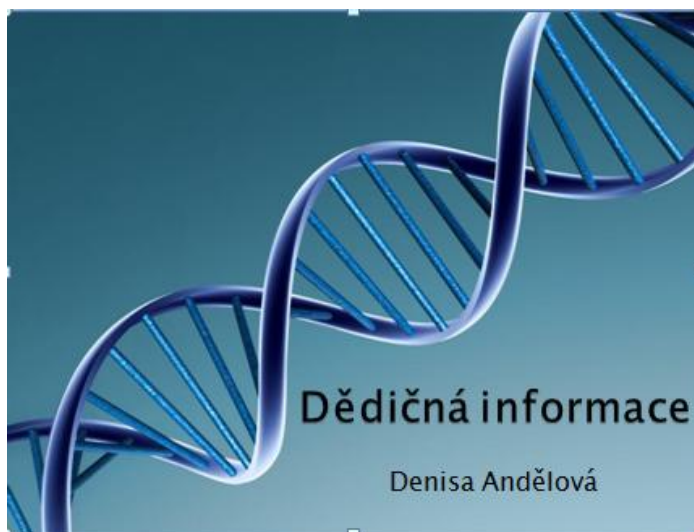
5. praktická samostatná práce žáků – tvorba vlastního modelu DNA
(potřeby: nůžky, pastelky, pravítko cca 30 cm)

(25-30 minut)

6. vyplnění reflexního dotazníku

(5 minut)

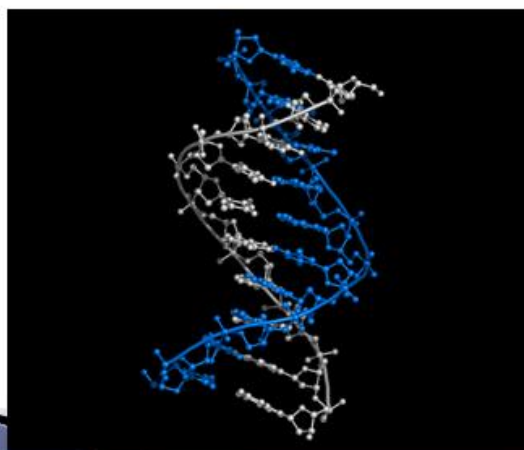
8.3.Příloha III – výuková prezentace v programu Power point použítá ve výuce



Co budeme spolu dělat?

- Zopakujeme si stavbu prokaryotické a eukaryotické buňky
- Povíme si o nových důležitých strukturách v eukaryotické buňce
- Jak vlastně vypadá DNA?
- Co znamená pojem RNA?
- Jak se přenáší genetická informace?
- Jaký je význam genetické informace?

Co je to DNA?



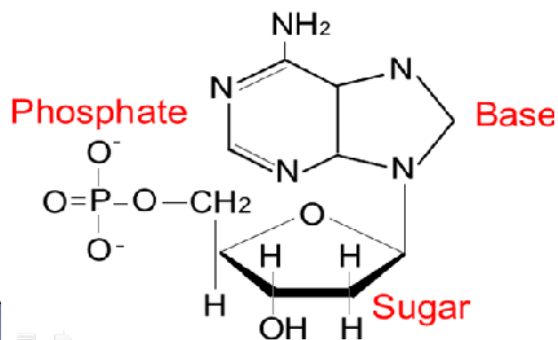
Co je to ta DNA?

- Makromolekula
- Nukleová kyselina
- dvě vlákna
- Základní stavební jednotka = nukleotid
- Nukleotid = dusíkatá báze, fosfát, monosacharid

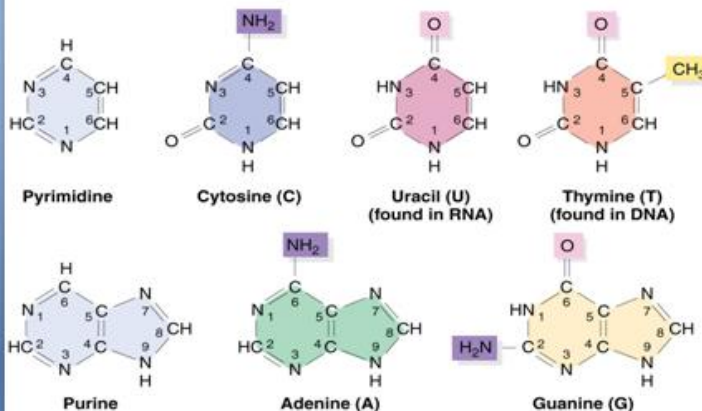


Nukleotid

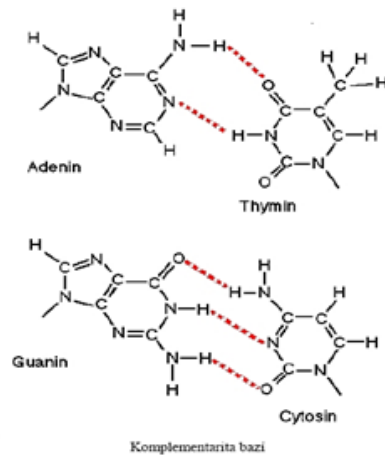
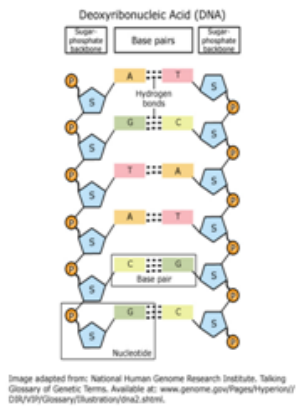
Nucleotide structure



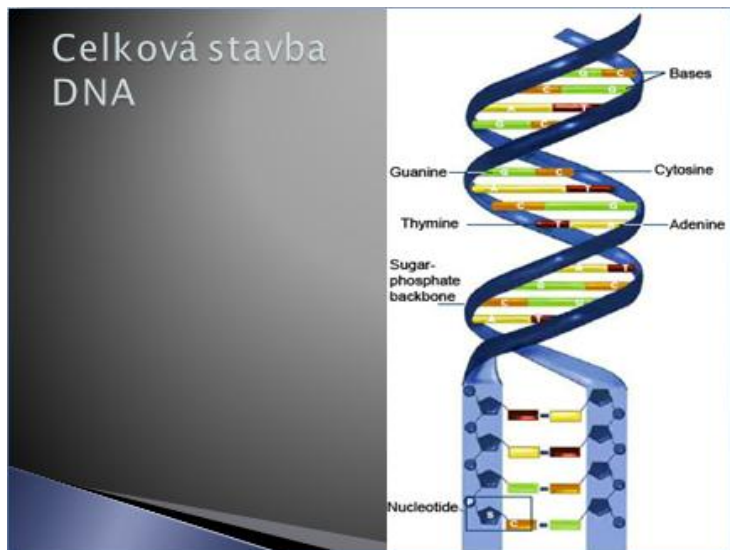
Dusíkaté báze



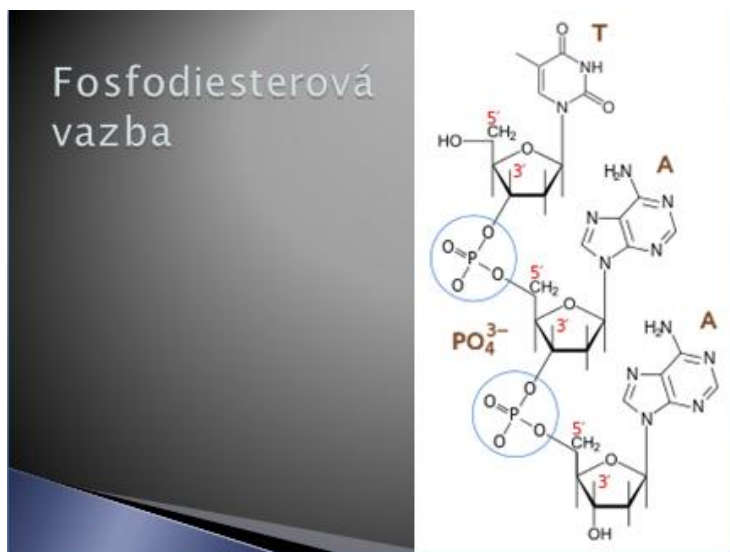
Komplementarita bází, vodíkové můstky

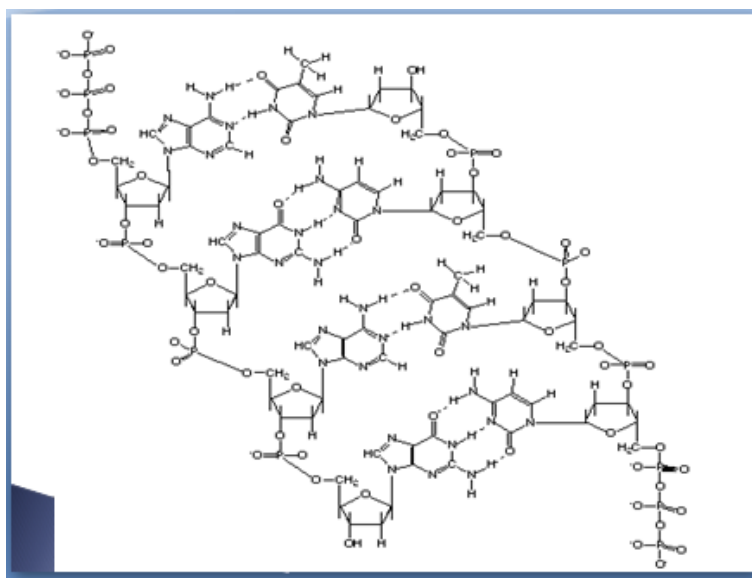


Celková stavba DNA



Fosfodiesterová vazba

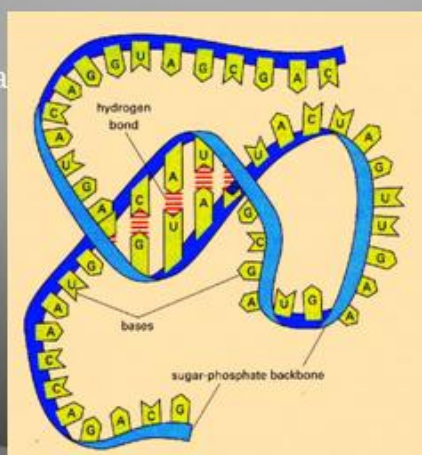




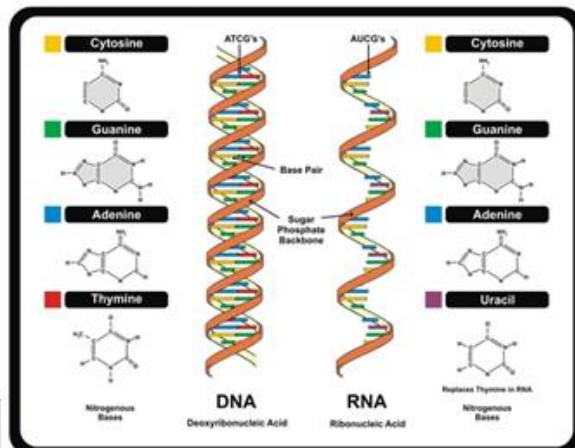
Co je to RNA?

- ▶ Makromolekula
- ▶ Nukleová kyselina
- ▶ Jedno vlákno

- ▶ Nukleotid =
monosacharid,
fosfát, dusíkatá
báze



V čem je tedy rozdíl?



Porovnání DNA a RNA struktury

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| › Dvouvláknová struktura | › Jednovláknová struktura |
| › Monosacharid deoxyribóza | › Monosacharid ribóza |
| › Dusíkaté báze: | › Dusíkaté báze: |

adenin – thymín
cytosin – guanin

adenin – uracil
cytosin – guanin

DNA

RNA

Porovnání DNA a RNA ve funkci

- | | |
|---------------------------------|--|
| › pouze jeden typ | › více funkčních typů RNA |
| › uchovává genetickou informaci | › mRNA – uchovává informaci z DNA pro přenos |
| | › tRNA – přenáší aminokyseliny |
| | › rRNA – podílí se na stavbě <u>ribozómu</u> |

DNA

RNA

Kde najdeme DNA a RNA

(v eukaryotické buňce)?

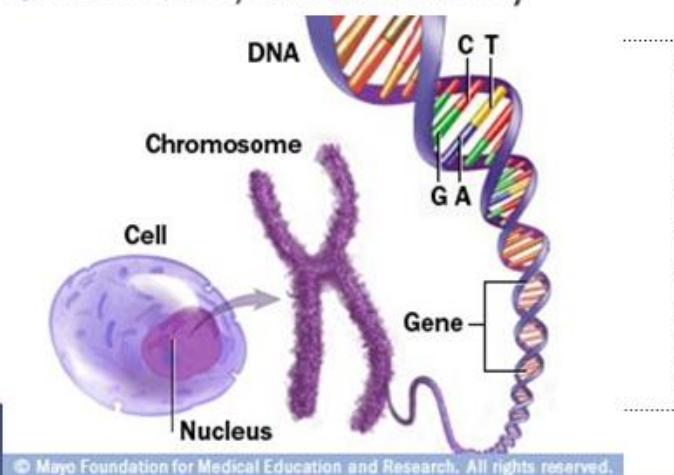
▶ DNA

- ▶ v každé buňce
- ▶ v jádře v eukaryotické buňce
- ▶ semiautonomní organely – plastid, mitochondrie

▶ RNA

- ▶ rRNA – součástí ribozómu (v cytoplazmě)
- ▶ tRNA – volně v cytoplazmě
- ▶ mRNA – prvně v jádře, poté v cytoplazmě

Chromatin, chromozomy



Zdroje obrázků I – 12.9.2013

- ▶ <http://www.lazytechguys.com/wp-content/uploads/2012/08/DNA-3D-Model.jpg>
- ▶ http://bioweb.wku.edu/courses/biol115/wyatt/Biochem/Protein/nucleotide3_big.gif
- ▶ http://www.mun.ca/biology/scarr/iGen3_02-08_Figure-L.jpg
- ▶ http://publications.nigms.nih.gov/thenewgenetics/images/ch1_nucleotide.jpg
- ▶ http://www.freewebs.com/nucleotides/RNA_sstrand.jpg?0.5435720159825816
- ▶ <http://i.livescience.com/images/i/000/053/587/i02/dna-rna-structure.jpg?1370549225>
- ▶ <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1a/AT-GC.jpg/400px-AT-GC.jpg>

Zdroje obrázků II – 14.9.2013

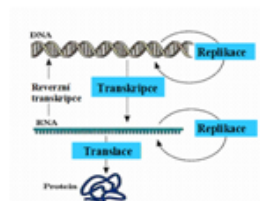
- ▶ http://2010q09r3bdnawiki.wikispaces.com/file/view/r22_chromosome.jpg/223654302/352x264/r22_chromosome.jpg
- ▶ http://www.studiumchemie.cz/materialy/Martin_Bojkovsky/diplomka_www/Obrázky/vodikova_vazba_obrazky/vodikova_vazba_11.jpg
- ▶ <http://vnl.xf.cz/gen/obr/genetika6.png>
- ▶ <http://www.osel.cz/soubory/848/2.gif>
- ▶ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a5/Phosphodiester_Bond_Diagram.svg/200px-Phosphodiester_Bond_Diagram.svg.png

Přenos genetické informace

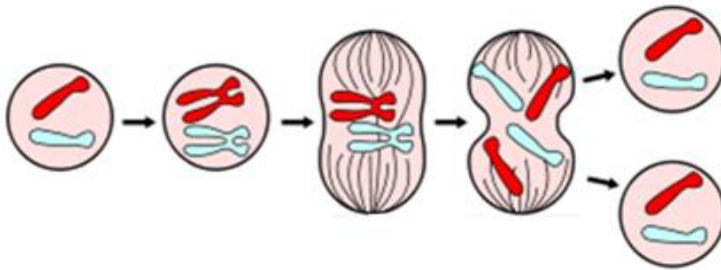
Denisa Andělová

Co nás čeká

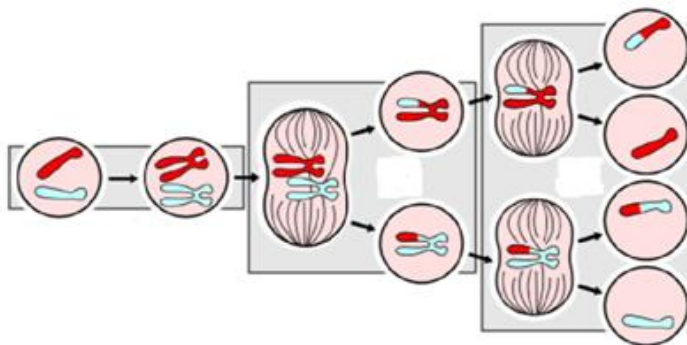
- ▶ Zopakujeme si, co už víme o DNA a RNA
- ▶ Zopakujeme si, co už známe o buněčném dělení a buněčném cyklu
- ▶ Procesy přenosu genetické informace
 - Replikace
 - Proteosyntéza – transkripce a translace



Buněčné dělení



Buněčné dělení



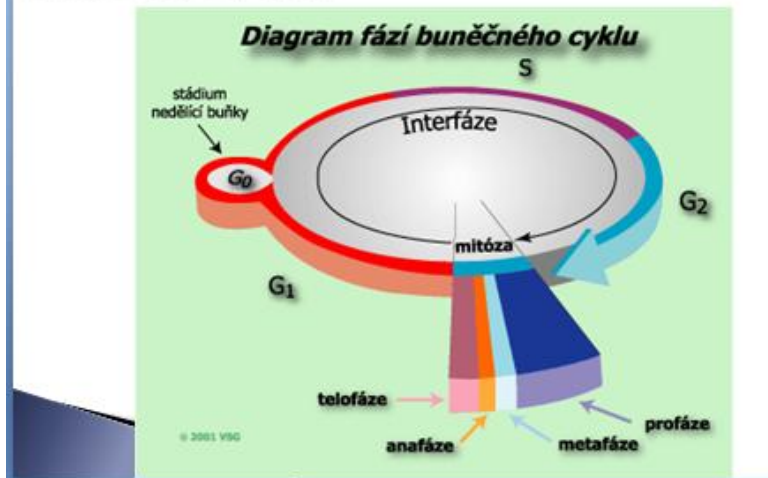
Porovnání mitózy a meioze

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> › Dojde k replikaci DNA (zdvojení genetické informace) › Po dalších fázích se buňka rozdělí na dvě identické buňky › Výsledkem jsou 2 diploidní buňky | <ul style="list-style-type: none"> › Dvě po sobě jdoucí dělení › Před prvním rozdělením dojde k replikaci a pak se buňka rozdělí › Poté hned další dělení, ale k replikaci DNA už nedochází › Výsledkem jsou 4 haploidní buňky |
|---|--|

Mitóza

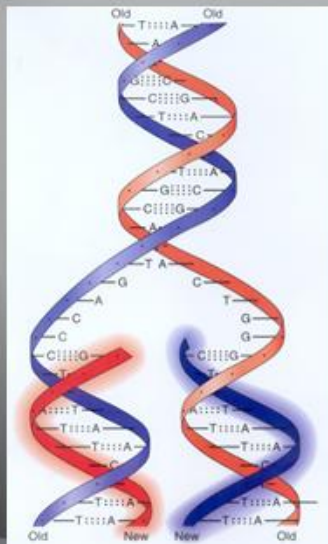
Meioza

Buněčný cyklus

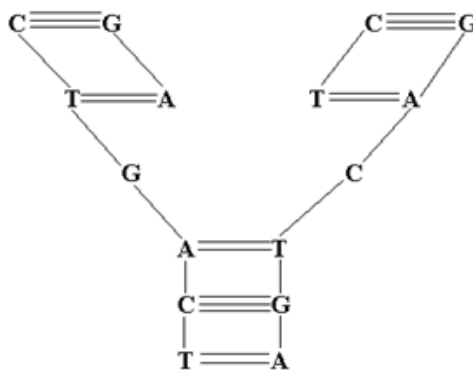


Replikace

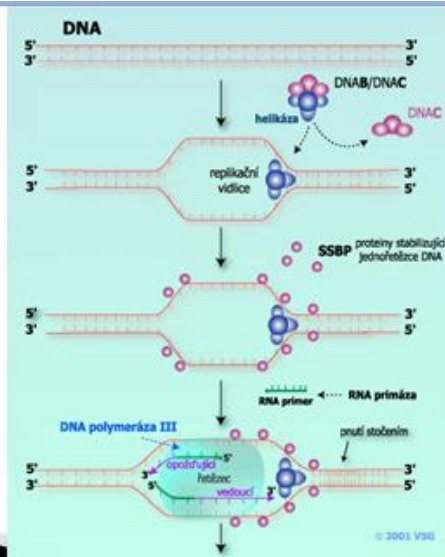
- › Zdvojení genetické informace
- › Dochází k ní v syntetické fázi buněčného cyklu (před buň. dělením)



Replikace DNA



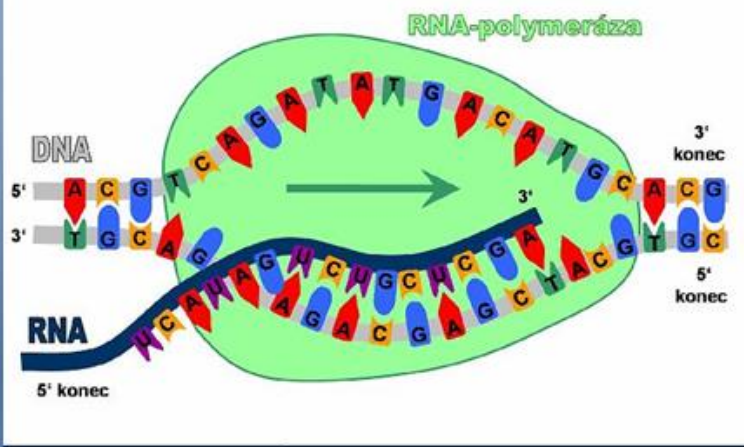
Replikace DNA

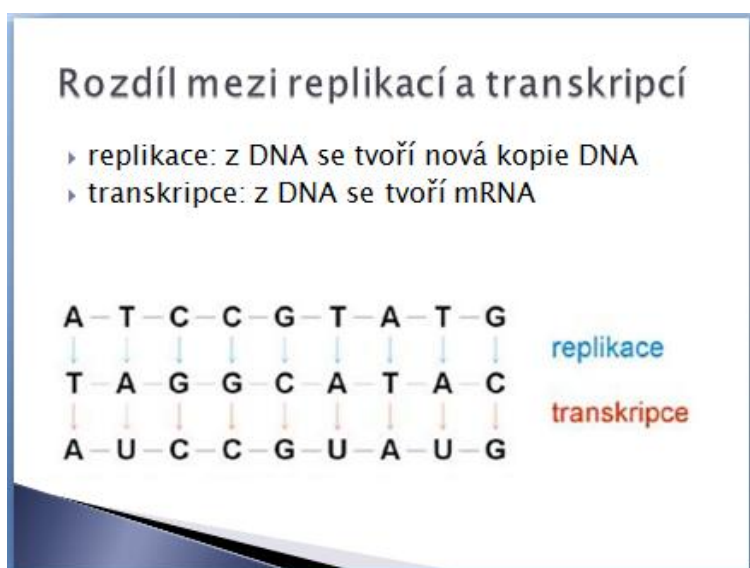
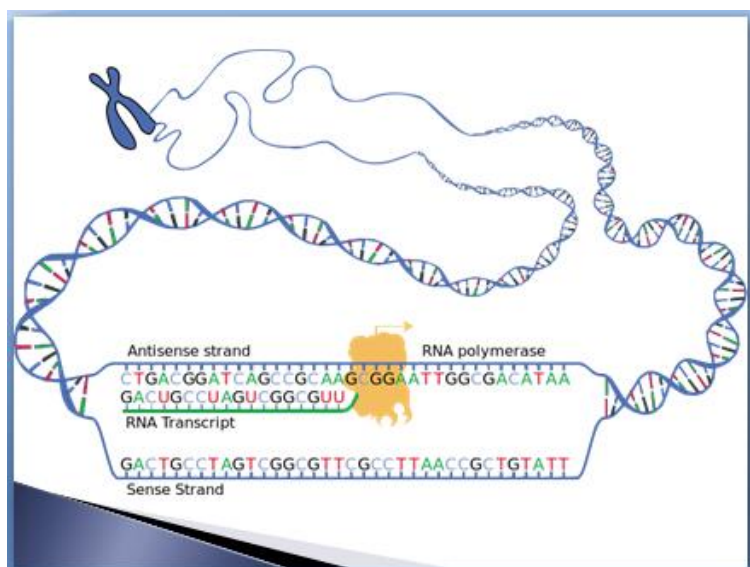
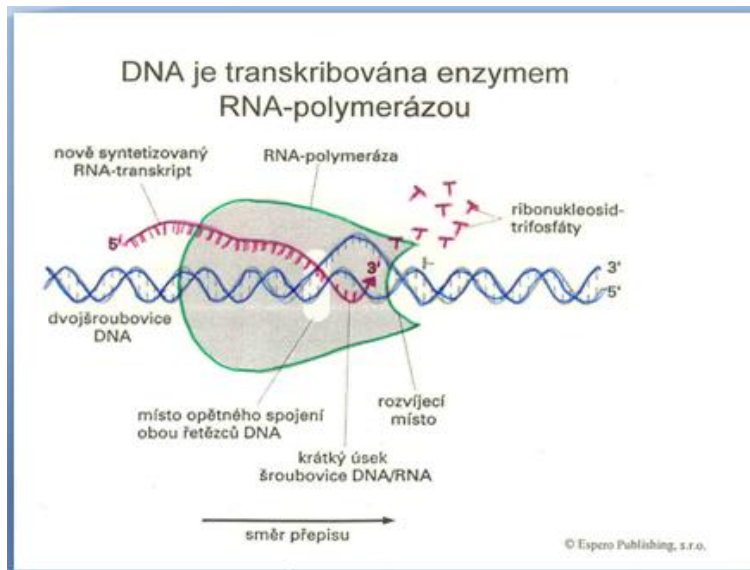


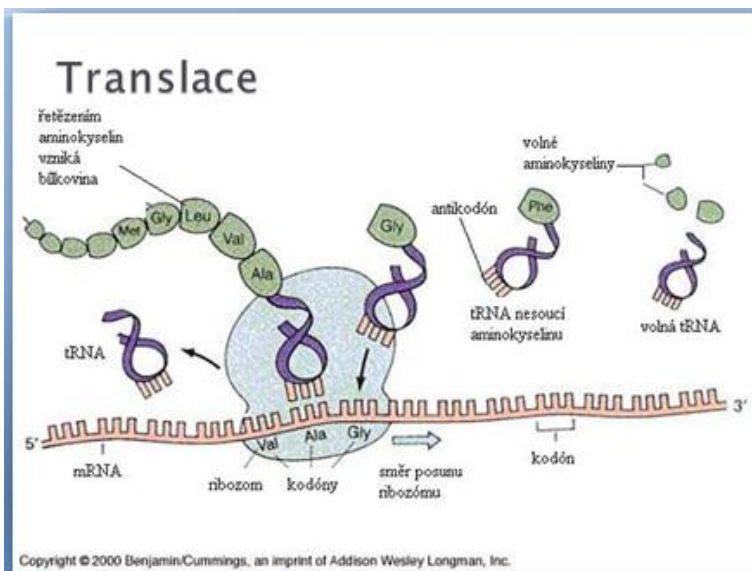
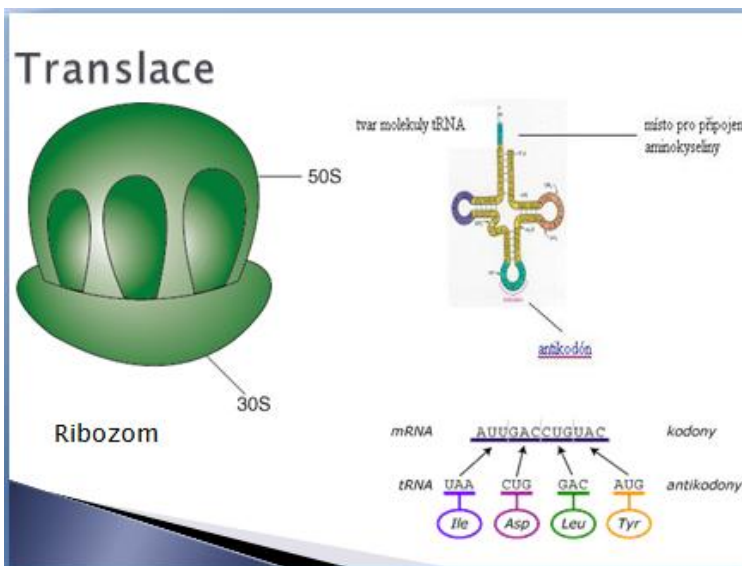
Proteosyntéza

- dvě fáze (části)
- 1. transkripce – přepis DNA (genetické informace) do mRNA
- 2. translace – překlad mRNA (přepsaná genetická informace z DNA) do podoby polypeptidového řetězce (budoucí protein)

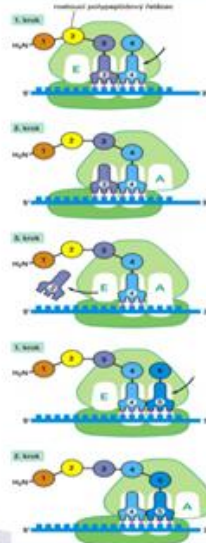
Transkripce



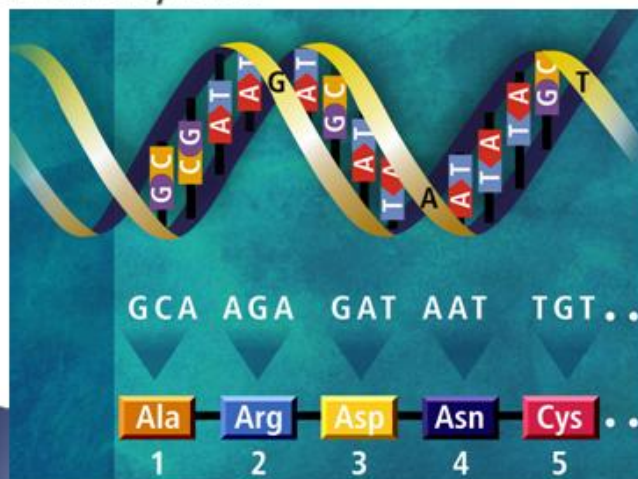




Translace



Genetický kód



Genetický kód

	U		C		A		G	
U	UUU	fenylalanin	UCU	serin	UAU	tyrosin	UGU	cystein
	UUC	fenylalanin	UCC	serin	UAC	tyrosin	UGC	cystein
	UUA	leucin	UCA	serin	UAA	stop	UGA	stop
	UUG	leucin	UCG	serin	UAG	stop	UGG	tryptofan
C	CUU	leucin	CCU	prolin	CAU	histidin	CGU	arginin
	CUC	leucin	CCC	prolin	CAC	histidin	CGC	arginin
	CUA	leucin	CCA	prolin	CAA	glutamin	CGA	arginin
	CUG	leucin	CCG	prolin	CAG	glutamin	CGG	arginin
A	AUU	izoleucin	ACU	treonin	AAU	asparagin	AGU	serin
	AUC	izoleucin	ACC	treonin	AAC	asparagin	AGC	serin
	AUA	izoleucin	ACA	treonin	AAA	lysin	AGA	arginin
	AUG	metionin	ACG	treonin	AAG	lysin	AGG	arginin
G	GUU	valin	GCU	alanin	GAU	kys.	GGU	glycin
	GUC	valin	GCC	alanin	GAC	asparagová	GGC	glycin
	GUA	valin	GCA	alanin	GAA	kys.	GGA	glycin
	GUG	valin	GCG	alanin	GAG	glutamová	GGG	glycin



Zdroje obrázků I – 9.9.2013

- ▶ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fc/Major_events_in_mitosis_sk.svg/350px-Major_events_in_mitosis_sk.svg.png
- ▶ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6f/MajorEventsInMeiosis_variant_int.svg/500px-MajorEventsInMeiosis_variant_int.svg.png
- ▶ <http://user.mendely.cz/urban/vsg1/mendel/images/bunka/mitoza1a.gif>
- ▶ <http://www.sszdra-karvina.cz/bunka/bi/05met/obr/replik.jpg>
- ▶ <http://genetika.wz.cz/images/replikace.gif>

Zdroje obrázků II – 9.9.2013

- ▶ http://user.mendely.cz/urban/vsg1/molekul/images/struktura/model_replikace1.gif
- ▶ http://ciselniky.dasta.mzcr.cz/hypertext/200630/hypertext/GOAAA_soubory/image002.gif
- ▶ [http://atraktivnibiologie.upol.cz/docs/img/databaze/genetika/slides/Transkripce%20\(Fellnerov%C3%A1%20I.\).jpg](http://atraktivnibiologie.upol.cz/docs/img/databaze/genetika/slides/Transkripce%20(Fellnerov%C3%A1%20I.).jpg)
- ▶ http://www.eamos.cz/amos/kat_bio/img_upload/kat_bio_1392/BB1/Transkripce.jpg
- ▶ <http://www.mojechemie.cz/images/thumb/Translace.png/200px-Translace.png>

Zdroje obrázků III- 12.-14.9.2013

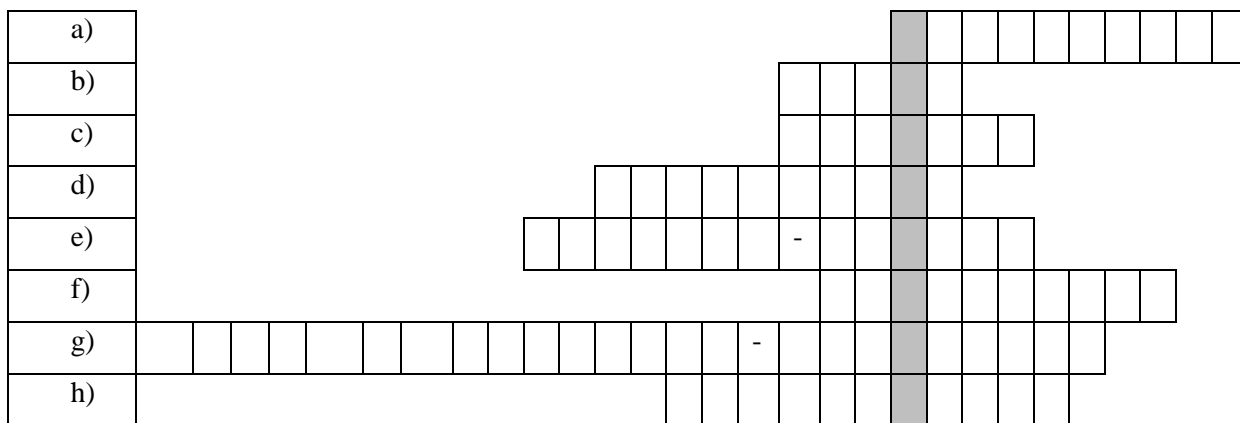
- ▶ http://www.teplamilada.wz.cz/materialy/materialy/NA/5_NA_Translace.jpg
- ▶ http://elearning.scio.cz/resources/Bi1/images/Bi1_Zdroj04_translace-obrazek19.jpg
- ▶ <http://user.mendelu.cz/urban/vsq2/expres4/genkod1.gif>
- ▶ http://elearning.scio.cz/resources/Bi1/images/Bi1_Zdroj04_translace-obrazek24.jpg
- ▶ <http://img.sparknotes.com/figures/F/f88cd44dc6a50ffa6b94cdb9d213894e/ribosome.gif>
- ▶ http://vyhledavani-genu.onlinemarket.cz/photo/replikace_transkripcie.JPG

Zdroje obrázků IV - 18.9.

- ▶ https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTOjl7BpWwanrQAzdEi0vbsVPbWkJoKYsGHFjRh3EZeSMV9Ho_0-q
- ▶ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1b/Genetick%C3%BD_k%C3%B3d.jpg
- ▶ <http://genetika.wz.cz/images/tabulka.gif>
- ▶ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/36/DNA_transcription.svg/800px-DNA_transcription.svg.png

8.4. Příloha IV – pracovní list

1. Doplňte křížovku a vysvětlete pojem v tajence (z čeho se skládá, funkce, kde se nachází).



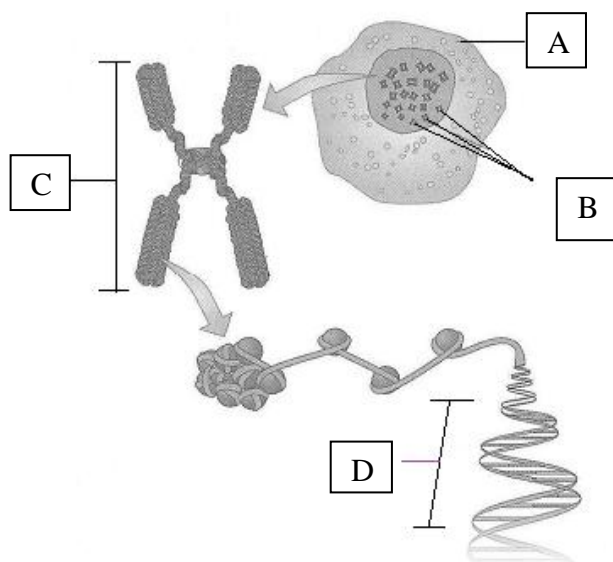
- a) Organela rostlinné buňky obsahující chlorofyl a vlastní redukovanou genetickou informaci.
- b) Řídící organela v buňce, ve které je obsažena dědičná informace buňky (DNA).
- c) Tato struktura slouží k syntéze proteinů (bílkovin) v buňce.
- d) Viskózní roztok obsahující různé molekuly, sloučeniny a organely vyplňující celý prostor buňky.
- e) Soustava cisteren propojených kanálky zpracovávající produkty ER, posílá váčky s hotovými produkty.
- f) Tzv. kostra buňky tvořená mikrofilamenty, intermediárními filamenty a mikrotubuly. Slouží mj. k transportu různých látek a váček po buňce.
- g) Membránový systém kanálků a váček plynule navazující na obal jádra sloužící k syntéze bílkovin (drsne – navázány ribozomy) nebo glykolipidů (hladké).
- h) Organela s vlastní DNA, ve které se přetváří energie v procesu buněčného dýchání.

tajenka a vysvětlení pojmu:

2. Doplněte k vyznačení správný pojem do tabulky.

(převzato a upraveno dne 1.8.2013:

http://www.eurogentest.org/fileadmin/templates/eugt/leaflets/images/czech/dna_chromosomes_genes.png)



	název
A	
B	
C	
D	

3. Doplněte uvedené výrazy do rámečků dle jejich velikosti od největšího po nejmenší.

(inspirováno z J.Lewis, C. Wood-Robinson; Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship?; International Journal of Education, 2000)

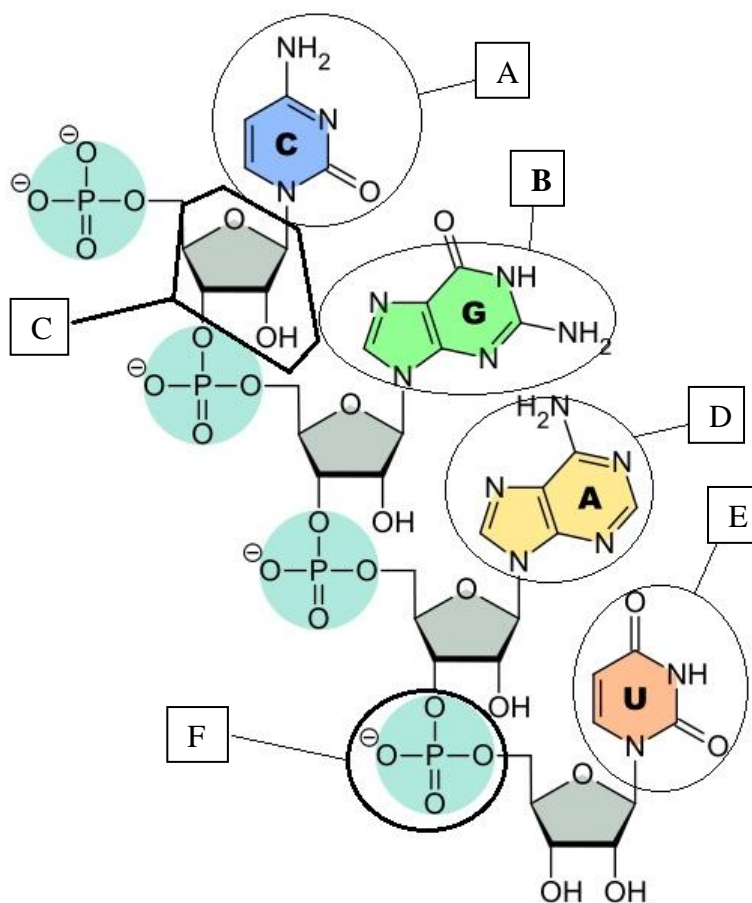
buňka, chromozom, gen, DNA, organismus, jádro

největší

nejmenší

4. Na obrázku vidíte část molekuly RNA. Z možností vyberte a přiřaďte tu správnou k popisu dané molekuly. Odpovědi pište do tabulky. Pozor, některé odpovědi jsou navíc!

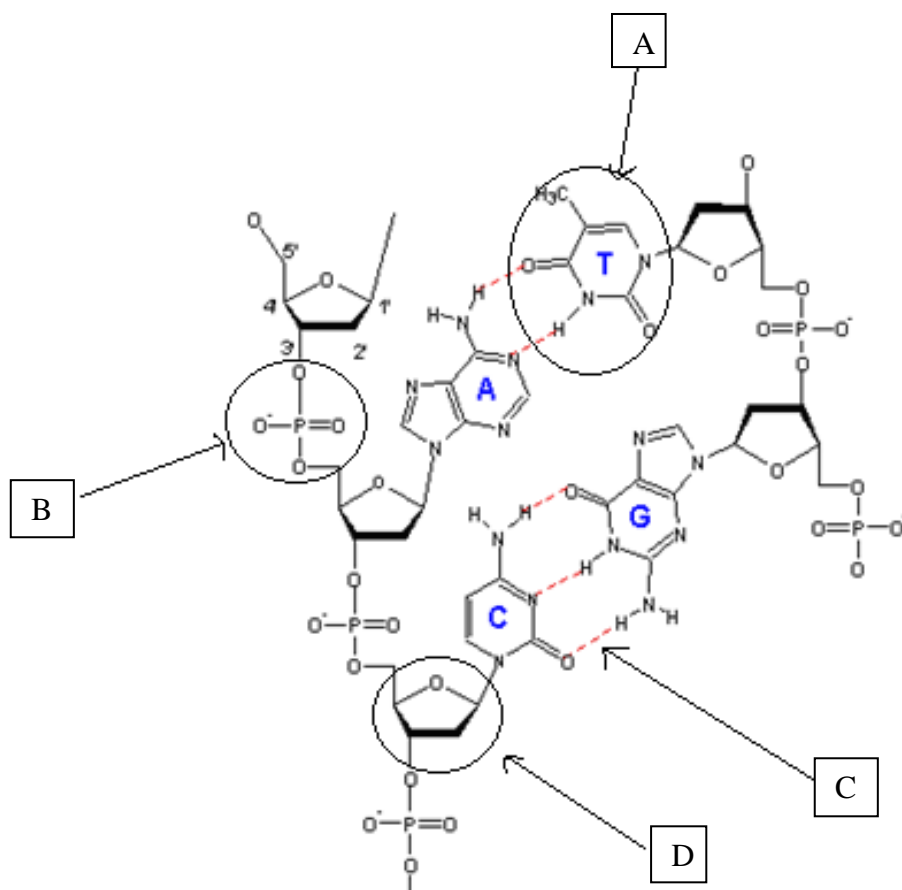
(upraveno a převzato 1.8.2013: <http://www.proof-of-evolution.com/image-files/rna-structure-diagram-wcpd.jpg>)



ribóza, sacharóza, guanin, thymin, uracil, cytosin, adenin, fosfát, zbytek kys. fosforité, adenosin, deoxyribóza, guanosintrifosfát

	Název
A	
B	
C	
D	
E	
F	

5. Na obrázku je část dvoušroubovice DNA. Do tabulky níže doplňte šipkou označené struktury (části) přesnými názvy. U struktury A postačí obecné pojmenování.



	Název
A	
B	
C	
D	

6. Spojte báze dle komplementarity a do tlustých rámečků vypište báze, které se vyskytují u DNA a které u RNA.

adenin

thymin

guanin

cytosin

uracil

DNA

RNA

7. Věty spojte s typem RNA tak, aby tvrzení bylo správné a odpovídající spojení zapište do tabulky.

- a) tRNA
- b) mRNA
- c) rRNA

Typ RNA	a)	b)	c)
Číslo odpovídající definice			

- 1) Obsahuje informaci o primární struktuře bílkoviny přepsanou z DNA, je matricí pro syntézu bílkovin.
- 2) Je součástí ribozomů, na nichž probíhá proteosyntéza.
- 3) Přenáší aminokyseliny z volné cytoplazmy na místo syntézy bílkovin (ribozomy), pro každou aminokyselinu existuje alespoň jedna.

8. Očíslujte věty popisující transkripci dle časové posloupnosti, číslo pořadí věty zapište na označené místo za větou.

- a) Rozvolněná vlákna DNA se po transkripci opět spojí a mRNA po úpravě přechází z jádra do cytoplazmy.
- b) Dochází k rozpletení vláken dvoušroubovice DNA, zanikají vodíkové vazby mezi komplementárními bázemi a obě vlákna se tak dočasně oddálí.
- c) Na jednom vlákně DNA začíná přepis (transkripce) pořadí deoxyribonukleotidů do pořadí ribonukleotidů mRNA dle komplementarity za pomoci enzymu RNAPolymerázy.
- d) Na mRNA se v cytoplazmě váží podjednotky ribozomů a dle její struktury (pořadí nukleotidů) může následovat proces translace.

9. Doplňte správný pojem, který popisuje věta.

- a) Tři za sebou jdoucí báze v mRNA neboli triplet, které kódují aminokyselinu v polypeptidovém řetězci.
.....
- b) Proces duplikace DNA před jaderným dělením.
.....
- c) Buněčné struktury, na nichž dochází k překlada genetické informace z pořadí nukleotidů do pořadí aminokyselin.
.....
- d) Tři za sebou jdoucí báze v tRNA, které jsou komplementární k tripletu v mRNA.
.....
- e) Proces, při kterém je genetická informace (pořadí nukleotidů) přepisována z DNA do mRNA za pomoci enzymu RNAPolymerázy.
.....
- f) Úsek na DNA, u kterého není známo, že by měl kódovací smysl a po transkripci bývá vystřižen a zůstává v jádře.
.....

g) Základní (hlavní) enzym nutný pro replikaci DNA.

.....

h) Nukleová kyselina, která obsahuje ve své struktuře ribózu a uracil.

.....

i) Úsek na DNA, který obsahuje smysluplnou genetickou informaci.

.....

10. Spojte pojem s vyjádřením, které s pojmem souvisí nebo jej doplňuje. Číslo charakteristiky doplňte do tabulky. Dvě vyjádření nevyužijete.

- a) deoxyribóza
- b) ATP
- c) translace
- d) ribozom
- e) mRNA
- f) DNAPolymeráza
- g) replikace
- h) tRNA

Pojem	Charakteristika
a)	
b)	
c)	
d)	
e)	
f)	
g)	
h)	

- 1) buněčná struktura, na níž probíhá translace
- 2) molekula obsahující přepsanou informaci z DNA v procesu transkripce
- 3) proces, při němž vzniká z jedné molekuly DNA dvě identické molekuly DNA
- 4) dobře uchovatelná a přenosná forma energie
- 5) podílí se na stavbě ribozomu
- 6) monosacharid tvořící spolu s fosfátem páteř DNA
- 7) dle svého antikodonu nese specifickou aminokyselinu
- 8) monosacharid, který je součástí molekuly RNA
- 9) enzym, který syntetizuje nové komplementární vlákno DNA dle původní DNA
- 10) proces, při kterém vzniká dle mRNA primární vlákno polypeptidu
- 11) monosacharid, který je součástí molekuly RNA

1. **Doplňte křížovku a vysvětlete pojem v tajence (z čeho se skládá, funkce, kde se nachází).**

a)															c	l	o	r	o	p	l	a	s	t						
b)															j	á	d	r	o											
c)															r	i	b	o	z	ó	m									
d)															c	y	t	o	p	l	a	z	m	a						
e)															G	o	l	g	i	h	o	-	a	p	a	r	á	t		
f)															c	y	t	o	s	k	e	l	e	z						
g)	e	n	d	o	p	l	a	z	m	a	t	i	c	k	é	-	r	e	t	i	k	u	l	u	m					
h)															m	i	t	o	c	o	n	d	r	i	e					

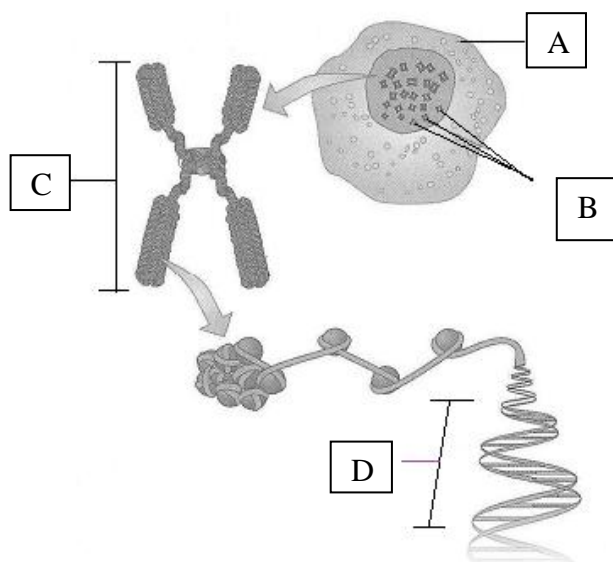
- a) Organela rostlinné buňky obsahující chlorofyl a vlastní redukovanou genetickou informaci.
- b) Řídící organela v buňce, ve které je obsažena dědičná informace buňky (DNA).
- c) Tato struktura slouží k syntéze proteinů (bílkovin) v buňce.
- d) Viskózní roztok obsahující různé molekuly, sloučeniny a organely vyplňující celý prostor buňky.
- e) Soustava cisteren propojených kanálky zpracovávající produkty ER, posílá váčky s hotovými produkty.
- f) Tzv. kostra buňky tvořená mikrofilamenty, intermediárními filamenty a mikrotubuly. Slouží mj. k transportu různých látek a váček po buňce.
- g) Membránový systém kanálků a váček plynule navazující na obal jádra sloužící k syntéze bílkovin (drsné – navázány ribozomy) nebo glykolipidů (hladké).
- h) Organela s vlastní DNA, ve které se přetváří energie v procesu buněčného dýchání.

XXX

2. Doplňte k vyznačení správný pojem do tabulky.

(převzato a upraveno dne 1.8.2013:

http://www.eurogentest.org/fileadmin/templates/eugt/leaflets/images/czech/dna_chromosomes_genes.png)



	název
A	buňka
B	chromozomy
C	chromozom, chromatida
D	DNA

3. Doplňte uvedené výrazy do rámečků dle jejich velikosti od největšího po nejmenší.

(inspirováno z J.Lewis, C. Wood-Robinson; Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship?; International Journal of Education, 2000)

buňka, chromozom, gen, DNA, organismus, jádro

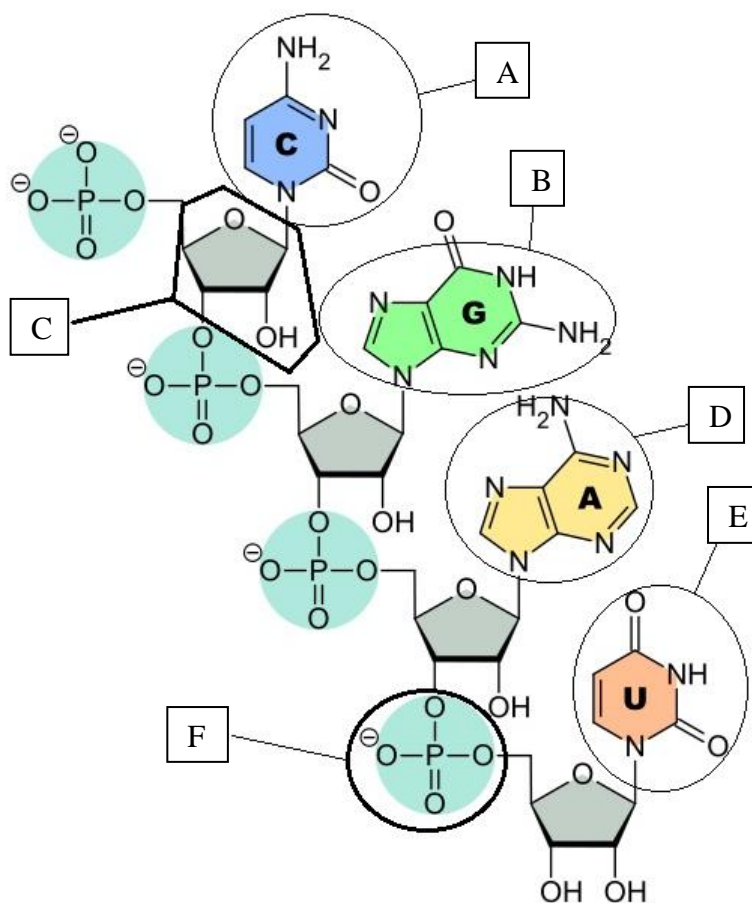
největší

organismus	
buňka	
jádro	
chromozom	
DNA	
gen	

nejmenší

4. Na obrázku vidíte část molekuly RNA. Z možností vyberte a přiřaďte tu správnou k popisu dané molekuly. Odpovědi pište do tabulky. Pozor, některé odpovědi jsou navíc!

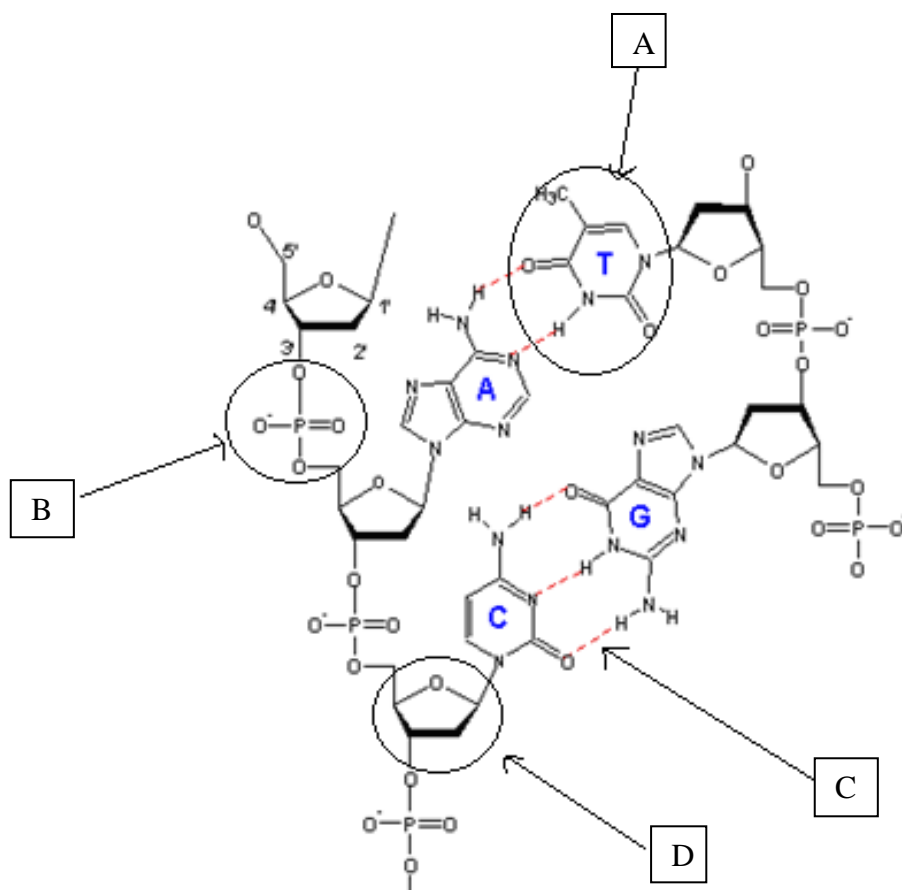
(upraveno a převzato 1.8.2013: <http://www.proof-of-evolution.com/image-files/rna-structure-diagram-wcpd.jpg>)



ribóza, sacharóza, guanin, thymin, uracil, cytosin, adenin, fosfát, zbytek kys. fosforité, adenosin, deoxyribóza, guanosintrifosfát

	Název
A	cytosin
B	guanin
C	ribóza
D	adenin
E	uracil
F	fosfát

5. Na obrázku je část dvoušroubovice DNA. Do tabulky níže doplňte šipkou označené struktury (části) přesnými názvy. U struktury A postačí obecné pojmenování.



	Název
A	dusíkatá báze
B	fosfát
C	vodíkové můstky, vodíková vazba
D	deoxyribóza

6. Spojte báze dle komplementarity a do tlustých rámečků vypište báze, které se vyskytují u DNA a které u RNA.

adenin

thymin

guanin

cytosin

uracil

DNA

adenin – thymin

cytosin - guanin

RNA

adenin – uracil

cytosin - guanin

7. Věty spojte s typem RNA tak, aby tvrzení bylo správné a odpovídající spojení zapište do tabulky.

- a) tRNA
- b) mRNA
- c) rRNA

Typ RNA	a)	b)	c)
Číslo odpovídající definice	mRNA	rRNA	tRNA

- 1) Obsahuje informaci o primární struktuře bílkoviny přepsanou z DNA, je matricí pro syntézu bílkovin.
- 2) Je součástí ribozomů, na nichž probíhá proteosyntéza.
- 3) Přenáší aminokyseliny z volné cytoplazmy na místo syntézy bílkovin (ribozomy), pro každou aminokyselinu existuje alespoň jedna.

8. Očíslujte věty popisující transkripci dle časové posloupnosti, číslo pořadí věty zapište na označené místo za větou.

- e) Rozvolněná vlákna DNA se po transkripci opět spojí a mRNA po úpravě přechází z jádra do cytoplazmy. 4.
- f) Dochází k rozpletení vláken dvoušroubovice DNA, zanikají vodíkové vazby mezi komplementárními bázemi a obě vlákna se tak dočasně oddálí. 1.
- g) Na jednom vlákně DNA začíná přepis (transkripce) pořadí deoxyribonukleotidů do pořadí ribonukleotidů mRNA dle komplementarity za pomoci enzymu RNA polymerázy. 2.
- h) Na mRNA se v cytoplazmě váží podjednotky ribozomů a dle její struktury (pořadí nukleotidů) může následovat proces translace. 3.

9. Doplněte správný pojem, který popisuje věta.

- j) Tři za sebou jdoucí báze v mRNA neboli triplet, které kódují aminokyselinu v polypeptidovém řetězci.

.....kodon.....

- k) Proces duplikace DNA před jaderným dělením.

.....replikace.....

- l) Buněčné struktury, na nichž dochází k překlada genetické informace z pořadí nukleotidů do pořadí aminokyselin.

.....ribozómy.....

- m) Tři za sebou jdoucí báze v tRNA, které jsou komplementární k tripletu v mRNA.

.....antikodon.....

- n) Proces, při kterém je genetická informace (pořadí nukleotidů) přepisována z DNA do mRNA za pomoci enzymu RNA polymerázy.

.....transkripce.....

- o) Úsek na DNA, u kterého není známo, že by měl kódovací smysl a po transkripci bývá vystřižen a zůstává v jádře.

.....intron.....

p) Základní (hlavní) enzym nutný pro replikaci DNA.

.....DNA polymeráza.....

q) Nukleová kyselina, která obsahuje ve své struktuře ribózu a uracil.

.....RNA.....

r) Úsek na DNA, který obsahuje smysluplnou genetickou informaci.

.....exon.....

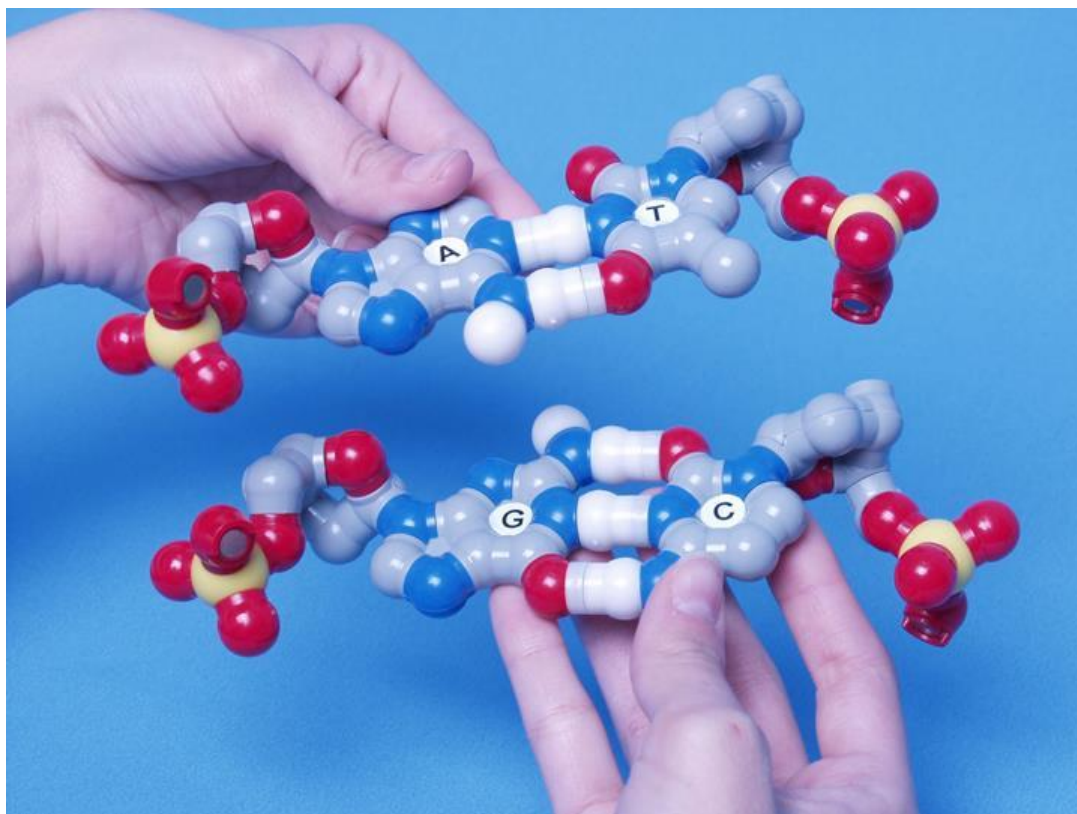
10. Spojte pojem s vyjádřením, které s pojmem souvisí nebo jej doplňuje. Číslo charakteristiky doplňte do tabulky. Dvě vyjádření nevyužijete.

- a) deoxyribóza
- b) ATP
- c) translace
- d) ribozom
- e) mRNA
- f) DNAPolymeráza
- g) replikace
- h) tRNA

Pojem	Charakteristika
a)	6
b)	4
c)	10
d)	1
e)	2
f)	9
g)	3
h)	7

- 1) buněčná struktura, na níž probíhá translace
- 2) molekula obsahující přepsanou informaci z DNA v procesu transkripce
- 3) proces, při němž vzniká z jedné molekuly DNA dvě identické molekuly DNA
- 4) dobře uchovatelná a přenosná forma energie
- 5) podílí se na stavbě ribozomu
- 6) monosacharid tvořící spolu s fosfátem páteř DNA
- 7) dle svého antikodonu nese specifickou aminokyselinu
- 8) monosacharid, který je součástí molekuly RNA
- 9) enzym, který syntetizuje nové komplementární vlákno DNA dle původní DNA
- 10) proces, při kterém vzniká dle mRNA primární vlákno polypeptidu
- 11) monosacharid, který je součástí molekuly RNA

8.6. Příloha VI – DNA 3D model



staženo 31.7.2014, zdroj:

<https://www.timstar.co.uk/Image/1400/1400/JPG/BIOLOGY-FS-MODELS-FS-HUMAN%20DNA%20MODELS-FS-MO110105.jpeg>

8.7. Příloha VII – znalostní test

TEST – všechny otázky v testu se týkají eukaryotické buňky (ne prokaryotické).

1. Zaškrtněte své pohlaví a uveďte věk.

b) muž b) žena věk: ID žáka (datum narození):

2. Zaškrtněte, jaké předměty Vás ve škole spíše baví.

- f) spíše přírodovědné (baví mne především Bi, Ch, M, Fy, Ze)
- g) spíše humanitní (baví mne především D, jazyky, ZSV, literatura,...)
- h) spíše technické (IvT, M, Fy, deskriptivní geometrie,...)
- i) spíše umělecké (Hv, Vv, ...)
- j) jiné (vypište)

.....

3. Zakroužkujte správnou odpověď (jedna odpověď je správná).

DNA a RNA jsou

- e) minerální kyseliny
- f) nukleové kyseliny
- g) mastné kyseliny
- h) aminokyseliny

4. Zakroužkujte správnou odpověď (jedna odpověď je správná).

DNA je v eukaryotické buňce uložena v

- e) cytoplazmě
- f) vakuole
- g) plazmatické membráně
- h) jádře

5. Zaškrtněte organismy, které mají ve svých buňkách DNA (více odpovědí může být správně).

- j) žampión
- k) dub
- l) člověk
- m) moucha
- n) bakterie
- o) kámen
- p) orel
- q) sinice
- r) sedmikráska

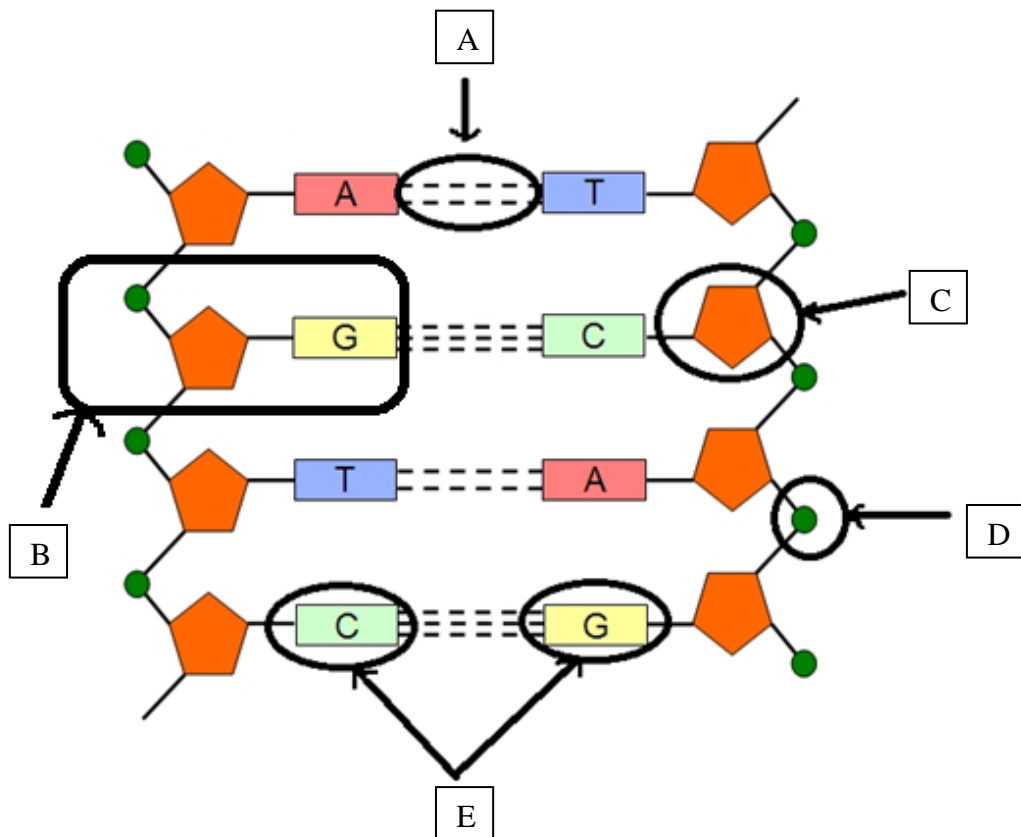
6. Doplňte do rámečků uvedené výrazy dle jejich poměrné velikosti. (inspirováno z J.Lewis, C. Wood-Robinson; Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship?; International Journal of Education, 2000)

chromozom, jádro, buňka, gen, DNA, organismus

	největš
	nejmenší

7. Na obrázku je část molekuly DNA. Napiš obecné názvy označených komponent do tabulky.

(převzato a upraveno z: http://cronodon.com/images/DNA_Structure.jpg dne 30.6.2013)



	A	B	C	D	E
název					

8. Vyjmenujte 2 rozdíly mezi DNA a RNA (týká se opět pouze eukaryot).

9. Zaškrtněte správnou odpověď (jen jedna odpověď je správná).

Komplementarita bází znamená,

- e) že se párují vždy pouze dvě určité báze.
- f) že nezáleží, které dvě báze se spolu párují.
- g) že všechny báze mají stejné chemické složení.
- h) že existují jiné báze pro RNA a jiné pro DNA.

10. Rozhodněte, zda jsou uvedená tvrzení pravdivá či nepravdivá.

- e) Mitóza zajišťuje dokonalé rozdělení genetického materiálu mezi dceřiné buňky.
ANO/NE
- f) Somatická buňka před rozdělením vytvoří identickou kopii své DNA.
ANO/NE
- g) Mitózou se rozmnožují všechny buňky v těle organismu.
ANO/NE
- h) Somatické buňky mají 1 sadu chromozomů a pohlavní buňky 2 sady.
ANO/NE

11. Zaškrtněte správnou odpověď (jedna je správná).

Při replikaci DNA

- e) vzniká nové vlákno molekuly RNA.
- f) dochází k opravě poškozené RNA.
- g) vznikají dvě identické molekuly DNA.
- h) vzniká nový polypeptid podle DNA.

12. Zaškrtněte správnou odpověď (jedna je správná).

Transkripce je proces,

- e) při kterém vznikají přepisem dle DNA nové proteiny.
- f) probíhající v buněčných organelách zvaných ribozomy.
- g) při kterém se přepisuje informace z DNA do mRNA.
- h) při kterém dochází ke vzniku polypeptidového řetězce.

13. Zaškrtněte NESPRÁVNOU odpověď (jedna je NESPRÁVNÁ). Týká se eukaryotické buňky.

- e) Aminokyseliny jsou základní stavební složkou bílkovin.
- f) Translace je proces, který probíhá v buněčném jádře.
- g) Translace je překlad pořadí nukleotidů do pořadí aminokyselin.
- h) Translace je proces, při kterém se vznikají nové proteiny.

8.8. Příloha VIII – dotazník pro učitele

5.8.2014

Dotazník k učivu o nukleových kyselinách

Dotazník k učivu o nukleových kyselinách

Vážení učitelé,

prosím Vás o vyplnění tohoto krátkého dotazníku (9 převážně zaškrťovacích otázek, max. 10 minut). Dotazník je zaměřen na Váš názor a praktické zkušenosti z výuky učiva o nukleových kyselinách, především jejich stavby a principu přenosu genetické informace (replikace, transkripce a translace), tedy molekulární základy dědičnosti. Vámi poskytnuté informace použiji ve své diplomové práci, která je zaměřena na porovnání účinnosti různých praktických metod ve výuce tohoto učiva. Konkrétně mne zajímá, do jaké hloubky zmíněné téma vyučujete a jaké metody pro to využíváte. Dále plánuji porovnat výuku učiva o DNA a RNA s komerčními a vlastními modely a s pomocí počítačových animací a programů. Pokud máte zájem o zaslání výsledku průzkumu, plánu vyučovacích hodin či tímto výzkumem získaných tipů do výuky, potvrďte poslední otázku v dotazníku. Dotazník je samozřejmě anonymní.

Děkuji Vám za Váš čas.

Bc. Denisa Andělová, studentka PřF UK v Praze, 2. roč. navazujícího magisterského studia, obor Učitelství biologie a chemie pro střední školy
školicitelka: RNDr. Vanda Janštová

1. Zaškrtněte prosím typ školy, kde vyučujete.

- ☐ a) Gymnázium
- ☐ b) SOŠ
- ☐ c) SOU
- ☐ Jiné:

2. Jsem

- ☐ a) žena
- ☐ b) muž

3. Zaškrtněte prosím svou aprobaci.

Můžete zaškrtnout více možností.

- ☐ a) Bi
- ☐ b) Ch
- ☐ c) Z
- ☐ d) Tv
- ☐ e) M
- ☐ f) fyzika
- ☐ Jiné:

4. Zaškrtněte, jak dlouho se věnujete povolání učitele.

- ☐ a) 0 - 2 roky
- ☐ b) 3 - 5 let
- ☐ c) 6 - 10 let

<https://docs.google.com/a/gymcak.cz/forms/d/1ZY1BKMHTegxMORm3BK0keNZQGTpxiVcw6RjOVc8Uf0/viewform>

1/4

☐ d) 11 - a více

5a. U následujících pojmů mne zajímá, zda jsou důležité pro Vaši výuku. Na škále označte, zda souhlasíte s daným tvrzením: Daný pojem je pro výuku důležitý, vyučují ho.

1- zcela souhlasím; 2- spíše souhlasím; 3- jak kdy (nevím); 4- spíše nesouhlasím; 5- zcela nesouhlasím

	1	2	3	4	5
chromozom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DNA, RNA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
adenin, thymín, cytosin, guanin, uracil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ribosa, deoxyribosa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ribozom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tRNA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mRNA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
rRNA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
intron a exon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
aminoacylové vazebné místo (A- místo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
peptidylové vazebné místo (P- místo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
kodon, antikodon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
triplet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
nukleotid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DNA dependentní DNA polymeráza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DNA dependentní RNA polymeráza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
matrice (templát)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
genetický kód	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
fosfát	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
gen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5b. Pokud znáte jiný/é pojem/pojmy týkající se učiva o přenosu genetické informace, který/é zde není/nejsou uveden/y a který/é je/Jsou dle Vašeho názoru důležitý/é ve výuce, prosím uveďte jej/je.

6. Prosím zaškrtněte podle Vás nejvhodnější učební materiál učiva o DNA, který byste doporučil/a studentovi k samostudiu (např. v době nemoci, či k přípravě na maturitu).

- ☐ a) Eduard Kočárek. Biologie pro gymnázia. Genetika. Scientia. Praha 2003
- ☐ b) Václav Kubišta. Obecná biologie pro gymnázia. Fortuna. Praha 2000
- ☐ c) Marika Benešová a kol. Od maturuj z biologie. Didaktis. Praha 2003
- ☐ Jiné:

7. Ve které tematické oblasti se věnujete výkladu molekulárních základů dědičnosti?

Můžete zaškrtnout více možností.

- ☐ a) před buněčnou biologii
- ☐ b) po buněčné biologii
- ☐ c) v úvodu do genetiky
- ☐ Jiné:

8. Které metody používáte při expozici látky stavby nukleových kyselin a přenosu genetické informace?

Můžete zaškrtnout více možností, jejich výběr bude brán jako kombinace těchto metod. U možnosti i) pokračujte další otázkou. Pokud ne, přeskočte na otázku 10.

- ☐ a) výklad pomocí učebnice a nákresů na tabuli
- ☐ b) výklad pomocí obrázků v počítačové prezentaci
- ☐ c) pouze výklad
- ☐ d) výklad za pomoci demonstračních počítačových animací
- ☐ e) demonstrační práce s modelem
- ☐ f) samostatná práce žáků s modely
- ☐ g) výroba vlastního modelu žáky
- ☐ h) práce s přírodním materiálem v laboratoři (např. izolace DNA z banánu apod.)
- ☐ i) exkurze do laboratoře, kde se pracuje s DNA
- ☐ Jiné:

9. Na tuto otázku odpovídejte, pokud jste v otázce 8 zaškrtnuli též možnost i) exkurze do laboratoře, kde se pracuje s DNA. Uveďte, prosím, do jaké laboratoře exkurzi podnikáte.**10. Pokud si přejete zaslat výsledek průzkumu a materiály, které byly ve použity při intervenci, prosím uveďte níže svou emailovou adresu. Děkuji Vám za spolupráci, za Váš čas a za ochotu.**

Nikdy přes Formuláře Google neposílejte hesla.

 100 %: Hotovo.

8.9. Příloha IX – reflexní dotazník pro žáky

5.8.2014

Reflexe

Reflexe

Vážení studenti, prosím vás o zhodnocení výuky, kterou jste se mnou absolvovali. Dotazník je anonymní, takže vás prosím o pravdivé zodpovězení následujících otázek. Děkuji vám. Denisa Andělová

Zaškrtněte, jaký typ výuky jste absolvoval/a.

- ☐ a) Absolvoval/a jsem výuku s modely.
☐ b) Absolvoval/a jsem výuku s tablety.

Na škále 1-5 vyznačte, jak moc souhlasíte s následujícím tvrzením: Výuka učiva o nukleových kyselinách za pomoci počítačových programů a animací/ modelů pro mne byla přínosná.

1-zcela souhlasím, 2-spíše souhlasím, 3- nevím, 4- spíše nesouhlasím, 5-zcela nesouhlasím

1 2 3 4 5

zcela souhlasím ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ zcela nesouhlasím

Na škále 1-5 vyznačte, jak moc souhlasíte s následujícím tvrzením: Výuka učiva o nukleových kyselinách za pomoci počítačových programů a animací/ modelů pro mne byla zábavná.

1-zcela souhlasím, 2-spíše souhlasím, 3- nevím, 4- spíše nesouhlasím, 5-zcela nesouhlasím

1 2 3 4 5

zcela souhlasím ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ zcela nesouhlasím

Na škále 1-5 vyznačte, jak moc souhlasíte s následujícím tvrzením: Výuka učiva o nukleových kyselinách za pomoci počítačových programů a animací/ modelů pro mne byla názorná.

1-zcela souhlasím, 2-spíše souhlasím, 3- nevím, 4- spíše nesouhlasím, 5-zcela nesouhlasím

1 2 3 4 5

zcela souhlasím ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ zcela nesouhlasím

Napište, co vás na výuce nejvíce zaujalo.

Napište, co vám naopak ve výuce nejméně vyhovovalo.

Vyberte z možností typ výuky, který vám nejvíce vyhovuje.

- ☐ a) Mám raději, když mohu poslouchat teorii a zapisovat si.
☐ b) Mám raději, když se mohu učit praktickou činností.
☐ c) Je mi to jedno, obě formy mi vyhovují.
☐ d) Je mi to jedno, obě formy mi nevyhovují.

<https://docs.google.com/a/gymcak.cz/forms/d/1WPb7RYmB4SAyWjKbAPf7KW4ho0eQDzCFO2XQ7AkpmwQ/viewform>

1/2

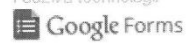
☐ Jiné:

Zaškrtněte své pohlaví.

- ☐ a) muž
☐ b) žena

Pokračovat »

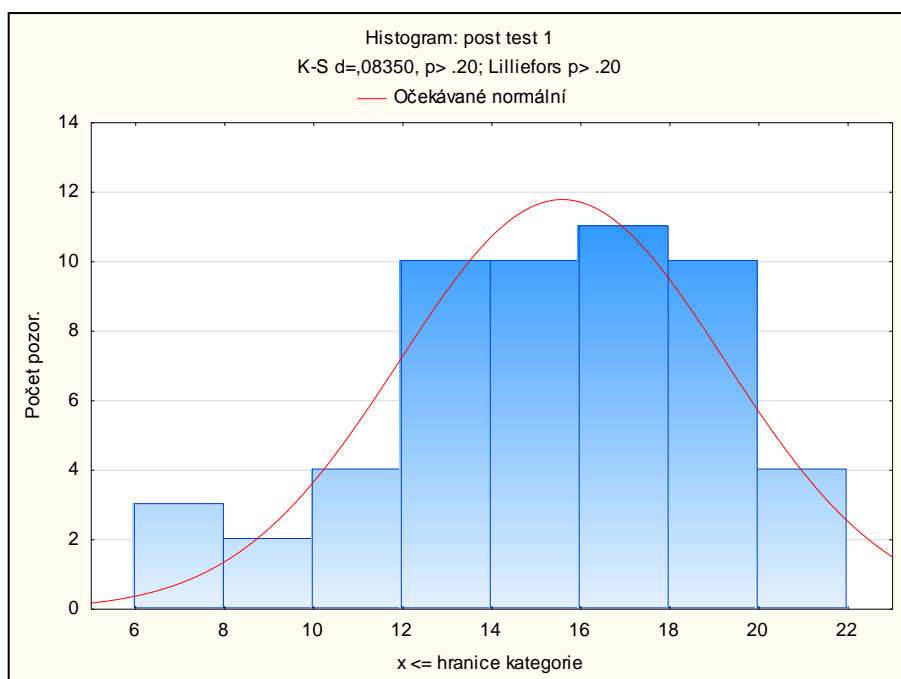
Používá technologii



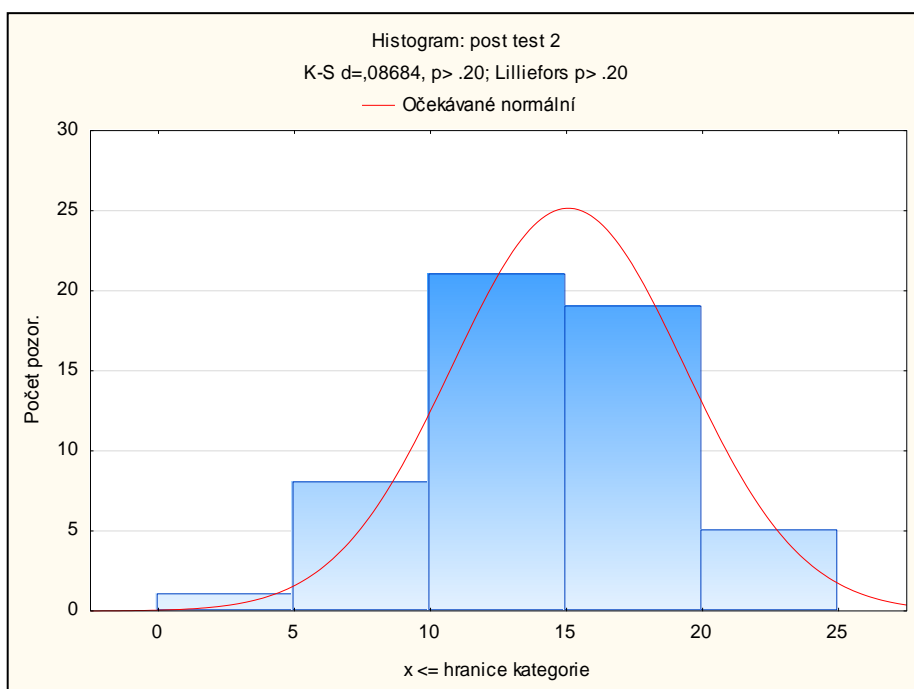
Formulář byl vytvořen v doméně PŘF UK.

[Nahlásit zneužití](#) - [Smluvní podmínky služby](#) - [Další smluvní podmínky](#)

8.10. Příloha X – Histogramy normálního rozložení dat v Kilmogorovovu – Smirnovovu testu v post testu 1 a 2



Graf 3: Histogram zobrazující výsledek K-S testu normálního rozložení dat. Z histogramu lze pozorovat, že rozložení dat (modrá oblast) se blíží teoretickému normálnímu rozložení (červená Gaussova křivka). Na ose y je počet žáků, který získal skóre v daném rozmezí bodů (n=54), na ose x je uveden počet bodů (max. 22). D-hodnota (0,0835) tohoto testu je nižší než kritická hodnota pro četnost 54 na 5% hladině významnosti (0,181).



Graf 4: Histogram zobrazující výsledek K-S testu normálního rozložení dat post testu 2.

Z histogramu je zřejmé, že rozložení dat (modrá oblast) se blíží teoretickému normálnímu rozložení (červená Gaussova křivka). Na ose y je počet žáků, který získal skóre v daném rozmezí bodů ($n=54$), na ose x je uveden počet bodů (max. 22). D-hodnota (0,868) tohoto testu je nižší než kritická hodnota pro četnost 54 na 5% hladině významnosti (0,181), proto je rozložení dat blízké normálnímu.